(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2020年4月30日(30.04.2020)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2020/084716 A1

(51) 国際特許分類:
B23K 26/34 (2014.01)　*B33Y 30/00* (2015.01)
B22F 3/105 (2006.01)　*B33Y 50/02* (2015.01)
B22F 3/16 (2006.01)

(21) 国際出願番号：　PCT/JP2018/039544

(22) 国際出願日：　2018年10月24日(24.10.2018)

(25) 国際出願の言語：　日本語

(26) 国際公開の言語：　日本語

(71) 出願人:三菱電機株式会社(**MITSUBISHI ELECTRIC CORPORATION**) [JP/JP]; 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 Tokyo (JP).

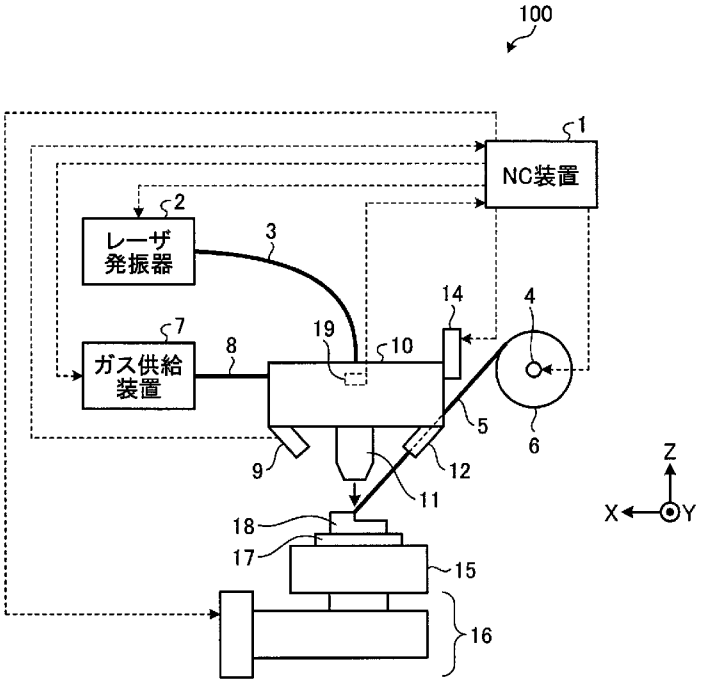
(72) 発明者: 服部　聡史 (**HATTORI, Satoshi**); 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内 Tokyo (JP). 橋本 隆 (**HASHIMOTO, Takashi**); 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内 Tokyo (JP). 鷲見 信行(**SUMI, Nobuyuki**); 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内 Tokyo (JP).

(74) 代理人:高村 順(**TAKAMURA, Jun**); 〒1000013 東京都千代田区霞が関3丁目8番1号 虎の門三井ビルディング 特許業務法人酒井国際特許事務所 Tokyo (JP).

(81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ,

(54) **Title:** ADDITIVE MANUFACTURING DEVICE AND NUMERICAL VALUE CONTROL DEVICE

(54) 発明の名称： 付加製造装置および数値制御装置



1 NC device
2 Laser oscillating device
7 Gas supply device

(57) **Abstract:** An additive manufacturing device (100) is provided with a laser oscillator (2) which is a beam source for outputting a beam, and a rotating motor (4) which is a drive unit for changing the relative positions of a material fed out of a wire spool (6) serving as a supply source of a wire (5) that is the material, and an object to be processed. The drive unit is capable of performing a first drive for feeding the material out of the supply source toward the object to be processed, and a second drive for turning the material that has been fed out back to the supply source, wherein switching from the

WO 2020/084716 A1

[続葉有]

BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告(条約第21条(3))

first drive to the second drive is performed on the basis of a processing program.

(57) 要約:付加製造装置(１００)は、ビームを出力するビーム源であるレーザ発振器(２)と、材料であるワイヤ(５)の供給源であるワイヤスプール(６)から送り出された材料と被加工物との相対位置を変化させる駆動部である回転モータ(４)と、を備える。駆動部は、供給源から被加工物へ向けて材料を送り出すための第１の駆動と送り出された材料を供給源へ引き戻すための第２の駆動とが可能であって、かつ、加工プログラムに基づいて第１の駆動から第２の駆動への切り換えを行う。

明　細　書

発明の名称 ： 付加製造装置および数値制御装置

技術分野

[0001] 本発明は、被加工物へ材料を付加して造形物を製造する付加製造装置および付加製造装置を制御する数値制御装置に関する。

背景技術

[0002] 指向性エネルギ堆積（Direct Energy Deposition：ＤＥＤ）方式によって立体形状の造形物を製造する付加製造装置が知られている。付加製造装置には、加工ヘッドから出射するビームによって局所的に材料を溶融させ、溶融させた材料を被加工物へ付加することによって造形物を製造するものがある。

[0003] 材料として金属材料のワイヤが使用される付加製造装置は、ビームの照射位置へワイヤを供給しながら照射位置を移動させることによって、溶融した金属材料の凝固物である線状のビードを形成する。付加製造装置は、ビードの形成が停止される終端部において、ビードへワイヤが固着する以前に、材料が溶融している状態のうちに被加工物からワイヤを退避させる。

[0004] 特許文献１には、金属材料へワイヤを供給しながらレーザ光を照射することによって金属材料を溶接する方法において、溶接部の終端部にてワイヤの供給を徐々に遅くさせながらレーザ光の焦点を溶接部から離間させてからレーザ光の照射を停止させることが開示されている。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：特開２００１－１０５１６３号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0006] 付加製造装置において、上記の特許文献１にかかる従来の技術と同様に終端部から焦点を離間させてからビームを停止させる場合、ビードの形成が停

止されてワイヤの供給を遅くさせている間においてもワイヤの先端部へのビームの照射が継続される。先端部では、ビームの照射によってワイヤが溶融し、溶融したワイヤがその後硬化する。このような溶融と硬化とを経て、先端部には、ワイヤのうち先端部以外の部分よりも拡張された幅を持つ塊が形成されることがある。このような塊がワイヤに形成されると、塊が残されたワイヤを使用して次の付加が開始されることになるため、造形物の形状に影響を及ぼすことがある。付加の停止から付加の開始までの間にワイヤから塊を切除することとした場合、付加製造装置では、造形物の製造に要する工程が増加することになり、切除後の塊が付加製造装置内に滞留するという問題も生じる。上記の従来の技術によると、付加製造装置は、ビードへのワイヤの固着を低減可能である一方、ワイヤの先端部に塊が形成されることによる加工品質の低下が問題となる。

[0007] 本発明は、上記に鑑みてなされたものであって、加工品質の向上を可能とする付加製造装置を得ることを目的とする。

課題を解決するための手段

[0008] 上述した課題を解決し、目的を達成するために、本発明にかかる付加製造装置は、ビームの照射によって溶融させた材料を被加工物へ付加して造形物を製造する。本発明にかかる付加製造装置は、ビームを出力するビーム源と、材料の供給源から送り出された材料と被加工物との相対位置を変化させる駆動部と、を備える。駆動部は、供給源から被加工物へ向けて材料を送り出すための第１の駆動と送り出された材料を供給源へ引き戻すための第２の駆動とが可能であって、かつ、加工プログラムに基づいて第１の駆動から第２の駆動への切り換えを行う。

発明の効果

[0009] 本発明にかかる付加製造装置は、加工品質の向上が可能となるという効果を奏する。

図面の簡単な説明

[0010] [図1]本発明の実施の形態１にかかる付加製造装置を示す図

[図2]図１に示す付加製造装置を制御するＮＣ装置の機能構成を示す図

[図3]実施の形態１にかかるＮＣ装置のハードウェア構成を示すブロック図

[図4]図１に示す付加製造装置がビードを形成している状態を示す図

[図5]実施の形態１の比較例について説明する図

[図6]実施の形態１にかかる付加製造装置による動作について説明する図

[図7]図１に示す付加製造装置におけるレーザビームとワイヤとの様子を説明する図

[図8]実施の形態１にかかる付加製造装置による動作の手順を示すフローチャート

[図9]本発明の実施の形態２にかかる付加製造装置を制御するＮＣ装置の機能構成を示す図

[図10]実施の形態２にかかる付加製造装置による動作について説明する図

[図11]本発明の実施の形態３にかかる付加製造装置を制御するＮＣ装置の機能構成を示す図

[図12]本発明の実施の形態４にかかる付加製造装置の動作について説明する図

[図13]本発明の実施の形態５にかかる付加製造装置の動作について説明する図

[図14]本発明の実施の形態６にかかる付加製造装置の動作について説明する図

発明を実施するための形態

[0011] 以下に、本発明の実施の形態にかかる付加製造装置および数値制御装置を図面に基づいて詳細に説明する。なお、この実施の形態によりこの発明が限定されるものではない。以下の説明では、数値制御装置をＮＣ（Numerical Control）装置と称することがある。

[0012] 実施の形態１．

図１は、本発明の実施の形態１にかかる付加製造装置１００を示す図である。付加製造装置１００は、ビームの照射によって溶融させた材料を被加工

物へ付加する付加加工によって造形物を製造する工作機械である。実施の形態１において、ビームはレーザビームであって、材料は金属材料のワイヤ５であるものとする。

[0013] 付加製造装置１００は、ベース材１７にビードを堆積させることによって、金属材料による堆積物１８をベース材１７の表面に形成する。ビードは、溶融したワイヤ５が凝固することによって形成される線状の物体である。ベース材１７は、ステージ１５に置かれる。以下の説明において、被加工物とは、ベース材１７と堆積物１８とを指すものとする。造形物とは、加工プログラムにしたがった材料の付加を終えた後のベース材１７と堆積物１８とを指すものとする。図１に示すベース材１７は板材である。ベース材１７は、板材以外のものであっても良い。

[0014] 付加製造装置１００は、ビームノズル１１とワイヤノズル１２とガスノズルとを有する加工ヘッド１０を備える。ビームノズル１１は、材料を溶融させるレーザビームを、被加工物へ向けて出射する。ワイヤノズル１２は、被加工物におけるレーザビームの照射位置へ向けてワイヤ５を進行させる。ガスノズルは、堆積物１８の酸化抑制およびビードの冷却のためのガスを被加工物へ向けて噴出する。図１では、ガスノズルの図示を省略している。また、加工ヘッド１０には、温度センサ９とカメラ１９とが設けられている。

[0015] ビーム源であるレーザ発振器２は、レーザビームを発振する。レーザ発振器２からのレーザビームは、光伝送路であるファイバーケーブル３を通ってビームノズル１１へ伝搬する。ガス供給装置７は、配管８を通じてガスノズルへガスを供給する。ガスノズルは、ビームノズル１１から出射されるレーザビームの中心軸に沿うようにガスを噴出する。すなわち、ビームノズル１１とガスノズルとは、同軸上に配置されている。なお、ガスノズルは、ビームノズル１１と同軸上の位置以外の位置に設けられていても良い。

[0016] ワイヤ５が巻き付けられているワイヤスプール６は、材料の供給源である。回転モータ４は、材料の供給のための供給駆動部である。サーボモータである回転モータ４の回転駆動に伴って、ワイヤスプール６は回転する。回転

モータ４は、ワイヤスプール６から被加工物へ向けてワイヤ５を送り出すための第１の駆動と、送り出されたワイヤ５をワイヤスプール６へ引き戻すための第２の駆動とを行う。回転モータ４は、第１の駆動によりワイヤスプール６を第１の方向へ回転させ、第２の駆動によりワイヤスプール６を第１の方向とは逆の第２の方向へ回転させる。図１において、第１の方向は反時計回りの方向であり、第２の方向は時計回りの方向である。回転モータ４は、加工プログラムに基づいて第１の駆動から第２の駆動への切り換えを行う。回転モータ４は、第１の駆動から第２の駆動への切り換えによって、ワイヤスプール６から送り出されたワイヤ５の先端部と被加工物との相対位置を変化させる。

[0017] ワイヤスプール６から送り出されたワイヤ５は、ワイヤノズル１２を通されて、レーザビームの照射位置へ供給される。なお、ワイヤノズル１２には、ワイヤスプール６からワイヤ５を引き出すための動作機構が設けられても良い。付加製造装置１００は、ワイヤスプール６に連結される回転モータ４とワイヤノズル１２の動作機構との少なくとも一方が設けられることによって、レーザビームの照射位置へワイヤ５を供給可能とする。かかる動作機構は、材料の供給のための供給駆動部である。図１では、ワイヤノズル１２の動作機構の図示を省略している。

[0018] ヘッド駆動部１４は、Ｘ軸方向、Ｙ軸方向およびＺ軸方向の各方向へ加工ヘッド１０を移動させる。Ｘ軸、Ｙ軸およびＺ軸は、互いに垂直な３軸である。Ｘ軸およびＹ軸は、水平方向に平行な軸である。Ｚ軸方向は、鉛直方向である。なお、Ｘ軸方向のうち図中矢印で示す方向をプラスＸ方向、プラスＸ方向とは逆の方向をマイナスＸ方向と称することがある。Ｙ軸方向のうち図中矢印で示す方向をプラスＹ方向、プラスＹ方向とは逆の方向をマイナスＹ方向と称することがある。Ｚ軸方向のうち図中矢印で示す方向をプラスＺ方向、プラスＺ方向とは逆の方向をマイナスＺ方向と称することがある。プラスＺ方向は鉛直上方向である。マイナスＺ方向は鉛直下方向である。

[0019] ヘッド駆動部１４は、Ｘ軸方向への加工ヘッド１０の移動のための動作機

構を構成するサーボモータと、Ｙ軸方向の加工ヘッド１０の移動のための動作機構を構成するサーボモータと、Ｚ軸方向への加工ヘッド１０の移動のための動作機構を構成するサーボモータとを有する。ヘッド駆動部１４は、３軸のそれぞれの方向の並進運動を可能とする動作機構である。図１では、各サーボモータの図示を省略している。付加製造装置１００は、ヘッド駆動部１４の駆動によって加工ヘッド１０を移動させることで、被加工物におけるレーザビームの照射位置を移動させる。

[0020] 図１に示す加工ヘッド１０では、ビームノズル１１からマイナスＺ方向へレーザビームを進行させる。ワイヤノズル１２は、ＸＹ面内においてビームノズル１１とは離れた位置に設けられており、Ｚ軸に対して斜めの方向へワイヤ５を進行させる。この他、加工ヘッド１０は、ビームノズル１１から出射されるレーザビームの中心軸に沿うようにワイヤ５を進行させることとしても良い。すなわち、ビームノズル１１とワイヤノズル１２とが互いに同軸上に配置されていても良い。ビームノズル１１は、ワイヤ５を中心とするリング状にビーム断面の形状が調整されたレーザビーム、あるいはワイヤ５を中心としてワイヤ５の周囲に分散させた複数のビームを出射しても良い。かかるレーザビームは、被加工物の照射位置にて収束するように調整される。

[0021] 回転駆動部１６は、２軸のそれぞれを中心とする回転運動を可能とする動作機構である。回転駆動部１６は、Ｚ軸周りにステージ１５を回転させるための動作機構を構成するサーボモータと、Ｘ軸周りにステージ１５を回転させるための動作機構を構成するサーボモータとを有する。図１では、各サーボモータの図示を省略している。回転駆動部１６は、ステージ１５とともに被加工物を回転させる。付加製造装置１００は、回転駆動部１６によってステージ１５を回転させることで、被加工物の姿勢を加工に適した姿勢にさせることができる。

[0022] 温度センサ９は、被加工物上にて溶融している材料が溜められている溶融池を含めた被加工物の温度を検出する。カメラ１９は、溶融池の画像を撮影する。付加製造装置１００は、温度センサ９による検出結果を基に、加工条

件を調整する。付加製造装置１００は、カメラ１９での撮影によって得られた画像データを基に、溶融池の状態をモニタしながら加工を行うことができる。

[0023] ＮＣ装置１は、加工プログラムに従って付加製造装置１００を制御する。ＮＣ装置１は、ヘッド駆動部１４へ軸指令を出力することによって、ヘッド駆動部１４を制御する。ＮＣ装置１は、レーザ発振器２へ出力指令を出力することによって、レーザ発振器２によるレーザ発振を制御する。出力指令は、レーザビームの出力の制御のための第１の指令である。

[0024] ＮＣ装置１は、回転モータ４へ供給指令を出力することによって、回転モータ４を制御する。供給指令は、第１の駆動と第２の駆動とを制御するための第２の指令である。ＮＣ装置１は、第１の駆動を制御することによって、ワイヤスプール６から被加工物へ向けて送り出されるワイヤ５の速度を調整する。また、ＮＣ装置１は、第２の駆動を制御することによって、被加工物からワイヤスプール６へ向けて引き戻されるワイヤ５の速度を調整する。かかる速度を、走行速度を称することがある。ワイヤスプール６からワイヤ５が送り出されるときにおける走行速度は、時間当たりの材料の供給量を表す。

[0025] ＮＣ装置１は、ガスの供給量の条件に応じた指令をガス供給装置７へ出力することによって、ガス供給装置７からガスノズルへのガスの供給量を制御する。ＮＣ装置１は、回転駆動部１６へ回転指令を出力することによって、回転駆動部１６の駆動を制御する。

[0026] 温度センサ９は、温度の検出結果を示す信号をＮＣ装置１へ出力する。カメラ１９は、撮影によって得られた画像データをＮＣ装置１へ出力する。ＮＣ装置１は、温度の検出結果と画像データとを基に、加工条件を調整する。なお、ＮＣ装置１は、付加製造装置１００の構成要素の１つであっても良く、付加製造装置１００の外部の装置であっても良い。

[0027] 図２は、図１に示す付加製造装置１００を制御するＮＣ装置１の機能構成を示す図である。ＮＣ装置１には、コンピュータ支援製造（Computer Aided

Manufacturing：ＣＡＭ）装置によって作成されたＮＣプログラムである加工プログラム２０が入力される。加工プログラム２０は、ステージ１５に置かれた被加工物に対して加工ヘッド１０を移動させる移動経路の指示によって、レーザビームの照射位置を移動させる経路である加工経路を指定する。

[0028] ＮＣ装置１は、各種加工条件のデータが格納されている加工条件テーブル２１を有する。加工プログラム２０には、加工条件テーブル２１にデータが格納されている加工条件の中から加工条件を選択するための指令が含まれている。

[0029] ＮＣ装置１は、加工プログラム２０を解析するプログラム解析部２２と、プログラム解析部２２による解析結果を基に軸指令を生成する軸指令生成部２３とを有する。プログラム解析部２２は、加工プログラムに記述されている処理の内容を基に、加工ヘッド１０を移動させる移動経路を解析する。プログラム解析部２２は、解析された移動経路を示すデータを軸指令生成部２３へ出力する。軸指令生成部２３は、移動経路上の単位時間ごとの補間点群である軸指令を生成する。

[0030] ＮＣ装置１は、加工条件を設定する条件設定部２４と、加工条件を調整する条件調整部２５と、加工条件に従った指令を生成する条件指令生成部２６とを備える。プログラム解析部２２は、加工条件を指定するための情報を加工プログラム２０から取得し、取得された情報を条件設定部２４へ出力する。条件設定部２４は、プログラム解析部２２からの情報を基に、加工プログラム２０において指定されている加工条件のデータを加工条件テーブル２１から読み出す。これにより、条件設定部２４は、付加加工のための加工条件を設定する。なお、ＮＣ装置１は、加工条件テーブル２１にあらかじめ格納されている各種加工条件のデータの中から、指定された加工条件のデータを得る以外に、加工条件のデータが記述されている加工プログラム２０を基に、加工条件のデータを得ることとしても良い。この場合も、プログラム解析部２２は、加工プログラム２０を解析することによって、加工条件のデータを得ることができる。プログラム解析部２２は、得られた加工条件のデータ

を、条件調整部２５へ出力する。

[0031] 条件調整部２５は、設定された加工条件のデータを条件設定部２４から取得して、加工条件の調整を行う。条件調整部２５には、温度センサ９からの信号が入力される。条件調整部２５は、温度センサ９による検出結果を基に、レーザビームの出力あるいはガスの供給量を調整する。条件調整部２５は、調整された加工条件のデータを条件指令生成部２６へ出力する。

[0032] 条件指令生成部２６は、加工条件のデータを条件調整部２５から取得して、加工条件に従った各種指令を生成する。条件指令生成部２６は、レーザビームの出力の制御のための出力指令を生成する出力指令生成部２７と、ワイヤ５の供給の制御のための供給指令を生成する供給指令生成部２８とを有する。供給指令生成部２８は、ワイヤスプール６から送り出されたワイヤ５の先端部と被加工物との相対位置を変化させる供給指令を生成する。ＮＣ装置１は、軸指令生成部２３によって生成された軸指令と、出力指令生成部２７によって生成された出力指令と、供給指令生成部２８によって生成された供給指令とを出力する。

[0033] 図１に示すヘッド駆動部１４は、ヘッド駆動部１４が有する各サーボモータの駆動を制御するサーボアンプ３１を備える。サーボアンプ３１は、ＮＣ装置１から出力される軸指令にしたがって各サーボモータの駆動を制御する。

[0034] 図１に示すレーザ発振器２は、レーザ発振を制御する発振制御部３２を備える。発振制御部３２は、ＮＣ装置１から出力される出力指令にしたがってレーザ発振を制御する。図１に示す回転モータ４は、回転動作を制御するサーボアンプ３３を有する。サーボアンプ３３は、ＮＣ装置１から出力される供給指令にしたがって回転モータ４の駆動を制御する。

[0035] この他、条件指令生成部２６は、ガスの供給量の条件に応じた指令をガス供給装置７へ出力する。軸指令生成部２３は、回転駆動部１６へ回転指令を出力する。図２では、ガス供給装置７への指令の出力と回転駆動部１６への回転指令の出力とについての図示を省略している。ＮＣ装置１は、各種指令

を出力することによって、付加製造装置１００の全体を制御する。

[0036] ＮＣ装置１は、カメラ１９から取得された画像データを基に、軸指令生成部２３にて生成される軸指令の調整、あるいは条件調整部２５による加工条件の調整を行っても良い。図２では、カメラ１９からＮＣ装置１への画像データの入力についての図示を省略している。

[0037] 次に、ＮＣ装置１のハードウェア構成について説明する。図２に示すＮＣ装置１の各機能部は、実施の形態１の付加製造装置１００の制御方法を実行するためのプログラムである制御プログラムがハードウェアを用いて実行されることによって実現される。

[0038] 図３は、実施の形態１にかかるＮＣ装置１のハードウェア構成を示すブロック図である。ＮＣ装置１は、各種処理を実行するＣＰＵ（Central Processing Unit）４１と、データ格納領域を含むＲＡＭ（Random Access Memory）４２と、不揮発性メモリであるＲＯＭ（Read Only Memory）４３と、外部記憶装置４４と、ＮＣ装置１への情報の入力およびＮＣ装置１からの情報の出力のための入出力インタフェース４５とを有する。図３に示す各部は、バス４６を介して相互に接続されている。

[0039] ＣＰＵ４１は、ＲＯＭ４３および外部記憶装置４４に記憶されているプログラムを実行する。図２に示すプログラム解析部２２、軸指令生成部２３、条件設定部２４、条件調整部２５、条件指令生成部２６、出力指令生成部２７および供給指令生成部２８は、ＣＰＵ４１を使用して実現される。

[0040] 外部記憶装置４４は、ＨＤＤ（Hard Disk Drive）あるいはＳＳＤ（Solid State Drive）である。外部記憶装置４４は、制御プログラムと各種データとを記憶する。外部記憶装置４４は、図２に示す加工プログラム２０と加工条件テーブル２１とを記憶する。ＲＯＭ４３には、ＮＣ装置１であるコンピュータまたはコントローラの基本となる制御のためのプログラムであるＢＩＯＳ（Basic Input/Output System）あるいはＵＥＦＩ（Unified Extensible Firmware Interface）といったブートローダであって、ハードウェアを制御するソフトウェアまたはプログラムが記憶されている。なお、制御

プログラムは、ＲＯＭ４３に記憶されても良い。

[0041] ＲＯＭ４３および外部記憶装置４４に記憶されているプログラムは、ＲＡＭ４２にロードされる。ＣＰＵ４１は、ＲＡＭ４２に制御プログラムを展開して各種処理を実行する。入出力インタフェース４５は、ＮＣ装置１の外部の装置との接続インタフェースである。入出力インタフェース４５には、加工プログラム２０と、加工条件テーブル２１に格納されるデータとが入力される。また、入出力インタフェース４５は、各種指令を出力する。ＮＣ装置１は、キーボードあるいはポインティングデバイスといった入力デバイス、およびディスプレイといった出力デバイスを有しても良い。

[0042] 制御プログラムは、コンピュータによる読み取りが可能とされた記憶媒体に記憶されたものであっても良い。ＮＣ装置１は、記憶媒体に記憶された制御プログラムを外部記憶装置４４へ格納しても良い。記憶媒体は、フレキシブルディスクである可搬型記憶媒体、あるいは半導体メモリであるフラッシュメモリであっても良い。制御プログラムは、他のコンピュータあるいはサーバ装置から通信ネットワークを介して、ＮＣ装置１となるコンピュータあるいはコントローラへインストールされても良い。

[0043] ＮＣ装置１の機能は、付加製造装置１００の制御のための専用のハードウェアである処理回路によって実現されても良い。処理回路は、単一回路、複合回路、プログラム化されたプロセッサ、並列プログラム化したプロセッサ、ＡＳＩＣ（Application Specific Integrated Circuit）、ＦＰＧＡ（Field-Programmable Gate Array）、又はこれらの組み合わせである。ＮＣ装置１の機能は、一部を専用のハードウェアで実現し、他の一部をソフトウェアまたはファームウェアで実現するようにしても良い。

[0044] 次に、付加製造装置１００によるビードの形成について説明する。図４は、図１に示す付加製造装置１００がビード５０を形成している状態を示す図である。付加製造装置１００は、レーザビームの照射位置へワイヤ５を供給しながら加工ヘッド１０を移動させることによって、ビード５０を形成する。図４に示す例では、付加製造装置１００は、プラスＸ方向へ加工ヘッド１

０を移動させることによって、Ｘ軸方向を長手方向とするビード５０を形成する。１層目のビード５０は、ベース材１７に直接載せられて形成される。２層目のビード５０は、１層目のビード５０に載せられて形成される。付加製造装置１００は、複数のビード５０を堆積させることによって堆積物１８を形成する。

[0045] ビード５０の形成を開始する前に、付加製造装置１００は、ビード５０の始点５１となる位置へ加工ヘッド１０を移動させる。付加製造装置１００は、当該位置からＸ軸方向への加工ヘッド１０の移動と、レーザビームの照射と、ワイヤ５の送り出しとを開始する。回転モータ４は、第１の駆動によって、ワイヤスプール６からベース材１７におけるレーザビームの照射位置へワイヤ５を送り出す。付加製造装置１００は、レーザビームの照射およびワイヤ５の送り出しとともに加工ヘッド１０を移動させていき、温度低下によって溶融池５３を硬化させることによって、ビード５０を形成する。

[0046] 付加製造装置１００は、ビード５０の終点５２となる位置に照射位置が到達すると、加工ヘッド１０の移動と、レーザビームの照射と、ワイヤ５の送り出しとを停止する。付加製造装置１００は、このようにして１つのビード５０を形成する。付加製造装置１００は、終点５２においてビード５０の形成を終えると、回転モータ４によってワイヤスプール６を第２の方向へ回転させることによって、ワイヤスプール６へワイヤ５を引き戻す。

[0047] 付加製造装置１００は、１つのビード５０の形成を終えると、次のビード５０の始点５１となる位置へ加工ヘッド１０を移動させる。ベース材１７に複数の堆積物１８を形成する場合、付加製造装置１００は、１つの堆積物１８の形成を終えてから次の堆積物１８を形成しても良く、複数の堆積物１８の形成を並行して行っても良い。複数の堆積物１８の形成を並行して行うとは、各堆積物１８の１層目のビード５０を形成してから、各堆積物１８の２層目のビード５０を形成するというような手順で、複数の堆積物１８の形成を進めることを指す。

[0048] 次に、終点５２付近における動作について説明する。ここでは、実施の形

態１にかかる付加製造装置１００の動作についての説明の前に、比較例の場合の動作について説明する。図５は、実施の形態１の比較例について説明する図である。図５には、ビード５０のうち終点５２を含む部分である終端部５４を形成する場合における、加工ヘッド１０の速度とレーザビームの出力とワイヤ５の速度との推移を示している。図５に示す３つのグラフのうち、１つ目のグラフの縦軸は加工ヘッド１０の速度Ｆ、２つ目のグラフの縦軸はレーザビームの出力Ｐ、３つ目のグラフの縦軸はワイヤ５の速度Ｖをそれぞれ表す。各グラフの横軸は時刻ｔを表す。

[0049] Ｆ１は、加工プログラム２０の速度指令によって指定されている加工ヘッド１０の速度値とする。Ｐ１は、加工条件に従ったレーザビームの出力値とする。Ｖ１は、加工条件に従ったワイヤ５の速度値とする。加工ヘッド１０は、時刻Ｔ０において終端部５４に到達する。時刻Ｔ０から時刻Ｔ１まで、速度ＦはＦ１、出力ＰはＰ１、速度ＶはＶ１をそれぞれ維持する。

[0050] 時刻Ｔ１において、付加製造装置１００は、加工ヘッド１０の減速と、レーザビームの出力の低下と、ワイヤ５の減速とを開始する。加工ヘッド１０は、時刻Ｔ２において終点５２に到達して、終点５２にて停止する。時刻Ｔ２において、レーザビームの出力と、ワイヤ５の送り出しとがそれぞれ停止する。なお、図５では、時刻Ｔ２以後においてワイヤ５を引き戻す際における速度Ｖの推移については、図示を省略している。

[0051] かかる例において、仮に、時刻Ｔ１以前の時刻Ｎ１においてワイヤ５の減速が開始され、かつ、時刻Ｔ１以前の時刻Ｎ２においてワイヤ５の送り出しが停止されたとする。この場合、時刻Ｎ２から時刻Ｔ２までの間、照射位置へのワイヤ５の供給が停止される一方、加工ヘッド１０が移動することによって、ワイヤ５の先端部は被加工物から離される。このため、ビード５０へのワイヤ５の固着は低減し得る。ただし、ワイヤ５の供給を停止した後においてもワイヤ５へのレーザビームの照射が継続されることによって、ワイヤ５の先端部では、レーザビームの照射によってワイヤ５が溶融し、溶融したワイヤ５がその後硬化する。このような溶融と硬化とによって、先端部には

塊が生じることとなる。

[0052] また、仮に、時刻Ｔ２以後の時刻Ｕ１においてワイヤ５の減速が開始され、かつ、時刻Ｔ２以後の時刻Ｕ２においてワイヤ５の送り出しが停止されたとする。この場合、レーザビームの照射が停止された後であってかつ加工ヘッド１０が停止した後においても、ワイヤ５の供給が継続されることによって、溶融池５３の硬化とともにワイヤ５の先端部がビード５０に固着することがある。

[0053] さらに、レーザビームの照射が停止した後にワイヤ５の引き戻しが開始される場合に、硬化しかかっている材料がワイヤ５の先端部に付着したまま、ワイヤ５の先端部５ａが溶融池５３から引き上げられることがあり得る。この場合も、先端部５ａにおいて材料が硬化することによって、ワイヤ５の先端部に塊が生じることになる。

[0054] このように、ワイヤ５に塊が形成される第１の要因には、レーザビームの照射が停止した後にワイヤ５の引き戻しが開始されることによって、溶融池５３からワイヤ５の先端部へ材料が付着することが挙げられる。また、ワイヤ５に塊が形成される第２の要因には、ワイヤ５の供給を停止した後にワイヤ５へレーザビームが照射されることによって、ビード５０とは離れた位置でワイヤ５が溶融することが挙げられる。塊が生じているワイヤ５を使用して次のビード５０の形成が開始されると、塊を生じていない場合と比べて、始点５１における材料の供給量が増加することとなるため、ビード５０のうち始点５１を含む部分の形状精度が悪化することがある。第１の要因の場合は、ビード５０の終端部５４を形成する材料の一部がワイヤ５とともに終端部５４から取り去られることになるため、終端部５４の形状精度が悪化することがあり得る。

[0055] ワイヤ５がビード５０に固着した場合、その後ワイヤ５が引き戻される際、または加工ヘッド１０が移動する際に、ワイヤ５が引っ張られることによって、ワイヤ５が切断されることがあり得る。ワイヤ５の切断によって、終端部５４の形状精度が悪化することがある。また、ワイヤ５が固着している

状態のまま回転モータ４が駆動することによって、回転モータ４に過大な負荷がかかることがあり得る。ワイヤ５が固着している状態のままヘッド駆動部１４が駆動することによって、ヘッド駆動部１４に過大な負荷がかかることもあり得る。

[0056] 速度ＦがＦ１、出力ＰがＰ１、かつ速度ＶがＶ１であるときにおけるワイヤ５と溶融池５３との熱的なバランス状態を、以下の説明において定常状態と称する。時刻Ｔ１から時刻Ｔ２にかけての加工ヘッド１０の減速に合わせてレーザビームの出力を低下させることによって、照射位置が通る軌跡の位置座標ごとにおける供給される熱量を揃えることができる。

[0057] ただし、時刻Ｔ１においてワイヤ５の減速が開始され、かつ、時刻Ｔ２においてワイヤ５の送り出しが停止される場合であっても、ワイヤ５と溶融池５３との熱的なバランス状態が定常状態から変化することがある。このような変化は、被加工物の温度変化によって生じ得る。例を挙げると、被加工物におけるビード５０の堆積が進められるに従い、被加工物の熱容量と被加工物の熱伝導率との各々が変化することによって、被加工物の温度変化が生じる。熱的なバランス状態の変化によって、塊が形成される場合がある。また、熱的なバランス状態の変化によって、ビード５０にワイヤ５が固着することがある。このように、比較例の場合、終端部５４の形成における速度Ｆ、出力Ｐおよび速度Ｖの推移が正確に制御されても、塊の形成とワイヤ５の固着との低減が困難となる。

[0058] 次に、実施の形態１にかかる付加製造装置１００による動作について説明する。実施の形態１では、回転モータ４は、レーザ発振器２がＰ１からの出力の低下を開始させる第１の時点とレーザビームの出力が停止する第２の時点との間の時点である第３の時点において、第１の駆動から第２の駆動への切り換えを行う。回転モータ４は、第１の駆動から第２の駆動への駆動の切り換えによって、第３の時点において被加工物からのワイヤ５の引き戻しを開始させる。

[0059] 第１の指令生成部である出力指令生成部２７は、加工プログラムに基づい

て、第１の時点においてレーザ発振器２がＰ１からの出力の低下を開始させるとともに第２の時点においてレーザビームの出力を停止させる出力指令を生成する。第２の指令生成部である供給指令生成部２８は、加工プログラムに基づいて、第３の時点において第１の駆動から第２の駆動への切り換えを行わせる供給指令を生成する。すなわち、供給指令生成部２８は、第３の時点においてワイヤスプール６へのワイヤ５の引き戻しを開始させる供給指令を生成する。

[0060] 図６は、実施の形態１にかかる付加製造装置１００による動作について説明する図である。図６には、ビード５０の終端部５４が形成されるときにおける、加工ヘッド１０の速度とレーザビームの出力とワイヤ５の速度との推移を示している。図６に示す３つのグラフのうち、１つ目のグラフの縦軸は加工ヘッド１０の速度Ｆ、２つ目のグラフの縦軸はレーザビームの出力Ｐ、３つ目のグラフの縦軸はワイヤ５の速度Ｖをそれぞれ表す。各グラフの横軸は時刻ｔを表す。

[0061] 時刻Ｔ０から時刻Ｍ１まで、速度ＦはＦ１、出力ＰはＰ１、速度ＶはＶ１をそれぞれ維持する。第１の時点である時刻Ｍ１において、付加製造装置１００は、加工ヘッド１０の減速と、レーザビームの出力の低下と、ワイヤ５の減速とを開始する。加工ヘッド１０は、時刻Ｍ３において終点５２に到達して、終点５２にて停止する。レーザビームの出力は、時刻Ｍ３において停止する。付加製造装置１００は、時刻Ｍ１と時刻Ｍ３との間の時刻Ｍ２において、ワイヤ５の送り出しを停止させる。また、付加製造装置１００は、時刻Ｍ２において、ワイヤ５の引き戻しを開始させる。ワイヤ５が引き戻されるときのワイヤ５の速度は、時刻Ｍ２から加速された後に減速される。ワイヤ５の引き戻しは、時刻Ｍ３以後の時刻Ｍ４において停止する。

[0062] 図７は、図１に示す付加製造装置１００におけるレーザビーム５５とワイヤ５との様子を説明する図である。図７には、ビード５０の終端部５４が形成されるときにおけるレーザビーム５５とワイヤ５との様子を示している。図７に示す「Ｍ１」、「Ｍ２」および「Ｍ３」の各々は、図６に示す時刻Ｍ

１、時刻Ｍ２および時刻Ｍ３における様子をそれぞれ表している。

[0063] Ｘ軸方向への加工ヘッド１０の移動の減速は、時刻Ｍ１において開始される。また、時刻Ｍ１では、レーザビーム５５の出力の低下が開始される。時刻Ｍ１では、加工ヘッド１０が移動する速度はＦ１であって、レーザビーム５５の出力はＰ１である。また、ワイヤ５が送り出される速度の減速は、時刻Ｍ１において開始される。時刻Ｍ１では、ワイヤ５が送り出される速度はＶ１である。時刻Ｍ１において、溶融池５３は、レーザビーム５５のＸＹ断面における中心付近に生じている。溶融池５３では、ワイヤ５とビード５０とが互いに溶融して一体となっている。ワイヤ５の先端部５ａは、溶融しているビード５０に入り込んでいる。なお、ワイヤ５とビード５０との境界は明確でないことがある。図７では、ワイヤ５とビード５０との境界を破線によって模式的に表している。

[0064] 時刻Ｍ２では、ワイヤ５の送り出しが停止される。時刻Ｍ２では、レーザビーム５５の出力は、Ｐ１よりも低い出力となっている。レーザビーム５５の照射が継続されていることにより、ワイヤ５のうちレーザビーム５５が照射されている部分は溶融している。時刻Ｍ２では、加工ヘッド１０がＦ１よりも低い速度で移動しているのに対し、ワイヤ５が速度ゼロまで減速されている。時刻Ｍ２では、加工ヘッド１０が移動する速度とワイヤ５が送り出される速度との関係が時刻Ｍ１のときとは変化していることから、レーザビーム５５の照射領域に対する先端部５ａの位置は、時刻Ｍ１のときよりもワイヤスプール６の側へ後退している。したがって、先端部５ａの位置は、溶融池５３の上端付近の位置となる。時刻Ｍ２において、ワイヤ５は、いわば溶融池５３の上端に接触している状態となる。さらに、時刻Ｍ２では、ワイヤ５の引き戻しが開始される。すなわち、回転モータ４は、時刻Ｍ２において、第１の駆動から第２の駆動への切り換えを行う。

[0065] 付加製造装置１００は、溶融池５３の上端に接触している状態からワイヤ５の引き戻しが開始されることで、ワイヤ５が溶融池５３に深く入り込んでいる状態から引き戻される場合と比較して、溶融池５３からワイヤ５へ付着

する材料を少なくさせることができる。これにより、付加製造装置１００は、終端部５４における形状精度の悪化を低減できる。また、付加製造装置１００は、先端部５ａにおける塊の形成を低減できる。

[0066] 第２の時点である時刻Ｍ３では、レーザビーム５５の出力が停止される。また、時刻Ｍ３では、加工ヘッド１０の移動が停止される。時刻Ｍ２から時刻Ｍ３の間において、ワイヤ５が引き戻されるとともに、加工ヘッド１０が減速を続けながら移動することによって、先端部５ａの位置は、時刻Ｍ２のときよりもさらに後退する。これにより、先端部５ａの位置は、レーザビーム５５の照射領域の外の位置となる。回転モータ４は、時刻Ｍ３において、レーザビーム５５の照射領域の外にまでワイヤ５の先端部５ａを移動させる。なお、時刻Ｍ３にてレーザビーム５５の照射は停止されることから、時刻Ｍ３における照射領域とは、時刻Ｍ３の直前までにおける照射領域を指すものとする。図７では、時刻Ｍ３の直前まで出力されていたレーザビーム５５を破線によって表している。先端部５ａがレーザビーム５５の照射領域の外に後退するまでワイヤ５が引き戻された後、時刻Ｍ４においてワイヤ５の引き戻しは停止される。

[0067] 上記動作のために、出力指令生成部２７は、加工ヘッド１０の減速開始と同時の第１の時点にてレーザビーム５５の出力低下を開始させるとともに、加工ヘッド１０の停止と同時の第２の時点にてレーザビーム５５の出力を停止させる出力指令を生成する。供給指令生成部２８は、第１の時点にてワイヤ５の送り出しを減速させるとともに、第１の時点と第２の時点との間の第３の時点にてワイヤ５の送り出しからワイヤ５の引き戻しへの切り換えを行わせる供給指令を生成する。

[0068] 実施の形態１によると、付加製造装置１００は、レーザビーム５５の出力を低下させている間の時刻Ｍ２において、ワイヤ５の送り出しを停止させるとともにワイヤ５の引き戻しを開始する。付加製造装置１００は、レーザビーム５５の照射が続けられているときにワイヤ５の引き戻しを開始することによって、上記の第１の要因による塊の形成を低減できる。付加製造装置１

００は、時刻Ｍ２においてビード５０の上端にまで先端部５ａを後退させた状態からワイヤ５を引き戻すことによって、ワイヤ５へレーザビーム５５が照射され続ける時間を短くすることができる。このため、付加製造装置１００は、上記の第２の要因による塊の形成を低減できる。さらに、付加製造装置１００は、レーザビーム５５の照射が停止される以前にワイヤ５の送り出しが停止されることによって、ビード５０へのワイヤ５の固着も低減できる。

[0069] 回転モータ４は、ワイヤ５の引き戻しにおける速度を時刻Ｍ２から加速させる第２の駆動を行うことによって、ワイヤ５の先端部５ａをレーザビーム５５の照射領域から短時間において後退させることができる。これにより、付加製造装置１００は、上記の第２の要因による塊の形成をより低減できる。なお、回転モータ４は、ワイヤ５の引き戻しを一定の速度によって行う第２の駆動を行うこととしても良い。

[0070] 図８は、実施の形態１にかかる付加製造装置１００による動作の手順を示すフローチャートである。ステップＳ１において、付加製造装置１００は、図６に示す始点５１からのビード５０の形成を開始する。

[0071] ステップＳ２において、付加製造装置１００は、加工ヘッド１０の移動の減速と、レーザビーム５５の出力の低下と、ワイヤ５の送り出しの減速とを開始する。ステップＳ２は、上記の時刻Ｍ１における工程である。

[0072] ステップＳ３において、付加製造装置１００は、回転モータ４において第１の駆動から第２の駆動への切り換えを行うことによって、ワイヤ５の送り出しを停止し、ワイヤ５の引き戻しを開始する。ステップＳ３は、上記の時刻Ｍ２における工程である。

[0073] ステップＳ４において、付加製造装置１００は、加工ヘッド１０の移動を停止し、かつ、レーザビーム５５の出力を停止する。ステップＳ４は、上記の時刻Ｍ３における工程である。付加製造装置１００は、ステップＳ４によって、１つのビード５０の形成を終了する。ステップＳ５において、付加製造装置１００は、回転モータ４が第２の駆動を停止することによって、ワイ

ヤ５の引き戻しを停止する。ステップＳ５は、上記の時刻Ｍ４における工程である。

[0074] ステップＳ６において、付加製造装置１００は、次に形成されるビード５０があるか否かを判断する。次に形成されるビード５０がある場合（ステップＳ６，Ｙｅｓ）、付加製造装置１００は、ステップＳ７において、加工プログラム２０に従い、次に形成されるビード５０の始点５１となる位置へ加工ヘッド１０を移動させる。付加製造装置１００は、次に形成されるビード５０についてステップＳ１からの手順を繰り返す。次に形成されるビード５０が無い場合（ステップＳ６，Ｎｏ）、付加製造装置１００は、図８に示す手順による動作を終了する。

[0075] 実施の形態１によると、付加製造装置１００は、加工プログラムに基づいて、ビーム源が出力の低下を開始させる時点とビーム源の出力が停止する時点との間における時点において、第１の駆動から第２の駆動への切り換えを行う。付加製造装置１００は、ビーム源が出力の低下を開始させる時点とビーム源の出力が停止する時点との間における時点において被加工物からのワイヤ５の引き離しが開始されることによって、ビード５０へのワイヤ５の固着と、ワイヤ５の先端部５ａにおける塊の形成とを低減できる。付加製造装置１００は、ワイヤ５の固着と塊の形成とによる加工品質の低下を低減できる。これにより、付加製造装置１００は、加工品質の向上が可能となるという効果を奏する。

[0076] なお、実施の形態１において、ビームはレーザビーム以外のビームであっても良く、電子ビームであっても良い。付加製造装置１００は、ビーム源である電子ビーム発生源を備えるものであっても良い。ＮＣ装置１は、ビームがレーザビーム以外のビームである場合も、加工品質の向上が可能となる。

[0077] 実施の形態２．

図９は、本発明の実施の形態２にかかる付加製造装置１００を制御するＮＣ装置６０の機能構成を示す図である。実施の形態２にかかる付加製造装置１００は、駆動部が第１の駆動から第２の駆動への切り換えを行う時点を、

被加工物の温度に基づいて調整する。実施の形態２では、上記の実施の形態１と同一の構成要素には同一の符号を付し、実施の形態１とは異なる構成について主に説明する。

[0078] 供給指令生成部２８には、温度センサ９からの信号が入力される。供給指令生成部２８は、温度センサ９による検出結果に基づいて第３の時点を調整することによって、第１の駆動から第２の駆動への切り換えを行う第３の時点を被加工物の温度に基づいて調整する。図９は、温度センサ９から供給指令生成部２８への信号の送信を表す矢印が追加されている以外は、図２と同じである。

[0079] 図１０は、実施の形態２にかかる付加製造装置１００による動作について説明する図である。図１０には、ビード５０の形成が停止されるときにおける、レーザビーム５５の出力とワイヤ５の速度との推移を示している。実施の形態２において、時刻Ｘ１は、レーザ発振器２がＰ１からの出力低下を開始させる第１の時点である。時刻Ｘ２は、レーザビーム５５の出力が停止する第２の時点である。時刻Ｍ１は、ワイヤ５の送り出しの減速が開始される時点である。時刻Ｍ２は、ワイヤ５の送り出しが停止され、かつワイヤ５の引き戻しが開始される第３の時点である。時刻Ｍ３は、ワイヤ５の先端部５ａの位置がレーザビーム５５の照射領域の外の位置となる時点である。時刻Ｍ４は、ワイヤ５の引き戻しが停止される時点である。上記の図６は、時刻Ｘ１が時刻Ｍ１と一致しており、かつ時刻Ｘ２が時刻Ｍ３と一致している場合の動作を表している。かかる場合における動作を、以下の説明において基準動作と称する。また、基準動作によってビード５０へのワイヤ５の固着と先端部５ａにおける塊の形成とを生じさせずにビード５０を形成可能である場合において、温度センサ９によって検出される温度を、基準温度とする。

[0080] 温度センサ９によって検出された温度が基準温度よりも高くなるほど、ワイヤ５が引き戻される際にワイヤ５はビード５０から離れやすくなり、かつ、ワイヤ５が受ける熱量は大きくなる。検出された温度が基準温度よりも高い場合に、供給指令生成部２８は、基準動作の場合よりも第３の時点を遅ら

せる調整を行う。付加製造装置１００は、第３の時点と、第３の時点以降の時点であって先端部５ａの位置がレーザビーム５５の照射領域の外の位置となる時点とを遅らせることで、レーザビーム５５の出力がより低い状態にてワイヤ５を引き抜く。これにより、付加製造装置１００は、レーザビーム５５の照射によってワイヤ５の先端部５ａが受ける熱量を少なくさせることによって、上記の第２の要因による塊の形成を低減できる。検出された温度が基準温度よりも高い場合に、供給指令生成部２８は、ワイヤ５の送り出しの減速が開始される時点を時刻Ｘ１よりも遅らせる調整を行っても良い。これにより、付加製造装置１００は、ワイヤ５の送り出しの減速が開始される時点と、第３の時点と、先端部５ａの位置がレーザビーム５５の照射領域の外の位置となる時点とを遅らせることができる。

[0081] 温度センサ９によって検出された温度が基準温度よりも低くなるほど、ワイヤ５が引き戻される際にワイヤ５はビード５０に固着し易くなり、かつ、ワイヤ５が受ける熱量は小さくなる。検出された温度が基準温度よりも低い場合に、供給指令生成部２８は、基準動作の場合よりも第３の時点を早める調整を行う。付加製造装置１００は、第３の時点と、第３の時点以降の時点であって先端部５ａの位置がレーザビーム５５の照射領域の外の位置となる時点とを早めることで、レーザビーム５５の出力がより高い状態にてワイヤ５を引き抜く。これにより、付加製造装置１００は、レーザビーム５５の照射によってワイヤ５が受ける熱量を多くさせることによって、ビード５０へのワイヤ５の固着を低減できる。検出された温度が基準温度よりも低い場合に、供給指令生成部２８は、ワイヤ５の送り出しの減速が開始される時点を時刻Ｘ１よりも早める調整を行っても良い。これにより、付加製造装置１００は、ワイヤ５の送り出しの減速が開始される時点と、第３の時点と、先端部５ａの位置がレーザビーム５５の照射領域の外の位置となる時点とを早めることができる。さらに、供給指令生成部２８は、検出された温度の低下の度合いに応じて、第３の時点を時刻Ｘ１よりも早める調整を行っても良い。

[0082] 付加製造装置１００は、供給指令生成部２８による調整に代えて、出力指

令生成部２７による調整によって、温度に基づいた第３の時点の調整を行うこととしても良い。付加製造装置１００は、Ｐ１からのレーザ出力の低下を開始する時点と、レーザ出力を停止させる時点とを調整することによって、第１の時点と第２の時点とに対する第３の時点を調整することができる。

[0083] 付加製造装置１００は、カメラ１９からの画像データを基に被加工物の温度を検出することによって、被加工物の温度に基づく第３の時点の調整を行っても良い。付加製造装置１００は、温度センサ９による検出結果とカメラ１９からの画像データとのどちらが調整に使用される場合も、既存の構成を使用して第３の時点の調整を行うことができる。付加製造装置１００は、第３の時点の調整のための構成が別途必要である場合に比べて、部品点数を少なくすることができる。なお、付加製造装置１００は、温度センサ９あるいはカメラ１９以外の構成を用いて調整を行っても良い。かかる構成は、第３の時点の調整のみに使用されるものであっても良い。

[0084] 付加製造装置１００は、温度の検出結果を基に第３の時点を調整するほか、被加工物の温度の推定結果を基に第３の時点を調整しても良い。付加製造装置１００は、堆積されるビード５０の数と堆積物１８の温度との関係を示す情報をあらかじめ保持しておき、かかる情報から得られた推定結果を基に、第３の時点を調整しても良い。

[0085] 実施の形態２によると、付加製造装置１００は、溶融池５３を含めた被加工物の温度に基づいて、駆動部が第１の駆動から第２の駆動への切り換えを行う時点を調整することによって、ビード５０へのワイヤ５の固着と、ワイヤ５の先端部５ａにおける塊の形成とを低減できる。付加製造装置１００は、ワイヤ５の固着と塊の形成とによる加工品質の低下を低減できる。これにより、付加製造装置１００は、加工品質の向上が可能となるという効果を奏する。

[0086] 実施の形態３.

図１１は、本発明の実施の形態３にかかる付加製造装置１００を制御するＮＣ装置７０の機能構成を示す図である。実施の形態３にかかる付加製造装

置１００は、駆動部が第１の駆動から第２の駆動への切り換えを行う時点を、加工条件に基づいて調整する。実施の形態３では、上記の実施の形態１および２と同一の構成要素には同一の符号を付し、実施の形態１および２とは異なる構成について主に説明する。

[0087] 条件設定部２４は、加工条件のデータを供給指令生成部２８へ出力する。供給指令生成部２８は、第１の駆動から第２の駆動への切り換えを行う第３の時点を、加工条件に基づいて調整する。図１１は、条件設定部２４から供給指令生成部２８へのデータの送信を表す矢印が追加されている以外は、図２と同じである。

[0088] 実施の形態３における出力Ｐの推移および速度Ｖの推移は、図１０に示す実施の形態２における出力Ｐの推移および速度Ｖの推移と同様である。ここでは、実施の形態３におけるレーザビーム５５の出力の推移とワイヤ５の速度の推移との関係を、図１０を参照して説明する。以下の説明にて、基準動作によってビード５０へのワイヤ５の固着とワイヤ５の先端部５ａにおける塊の形成とを生じさせずにビード５０を形成可能である場合における加工条件を、基準加工条件とする。

[0089] 基準加工条件におけるワイヤ５よりも融点が低いワイヤ５が使用される場合、融点が低いほど、ワイヤ５は少ない熱量にて溶融する。また、基準加工条件におけるワイヤ５よりも細いワイヤ５が使用される場合、ワイヤ５の径が小さいほど、ワイヤ５は少ない熱量にて溶融する。基準加工条件の場合に比べて溶融し易いワイヤ５が使用される場合に、供給指令生成部２８は、上記の実施の形態２における調整のうち被加工物の温度が基準温度よりも高い場合における調整と同様の調整を行う。一方、基準加工条件におけるワイヤ５に比べて融点が高いか、あるいは基準加工条件におけるワイヤ５に比べて太いワイヤ５が使用される場合、ワイヤ５は、基準加工条件の場合に比べて溶融しにくくなる。基準加工条件に比べて溶融しにくいワイヤ５が使用される場合に、供給指令生成部２８は、上記の実施の形態２における調整のうち被加工物の温度が基準温度よりも低い場合における調整と同様の調整を行う

。

[0090] 基準加工条件におけるレーザビーム５５のビーム径に比べて小さいビーム径のレーザビーム５５が加工に使用される場合、あるいは基準加工条件におけるレーザビーム５５の出力に比べて低い出力のレーザビーム５５が加工に使用される場合、基準加工条件の場合にワイヤ５は溶融しにくくなる。この場合も、供給指令生成部２８は、上記の実施の形態２における調整のうち被加工物の温度が基準温度よりも低い場合における調整と同様の調整を行う。一方、基準加工条件におけるレーザビーム５５のビーム径に比べて大きいビーム径のレーザビーム５５が加工に使用される場合、あるいは基準加工条件におけるレーザビーム５５の出力に比べて高い出力のレーザビーム５５が加工に使用される場合、供給指令生成部２８は、上記の実施の形態２における調整のうち被加工物の温度が基準温度よりも高い場合における調整と同様の調整を行う。これにより、付加製造装置１００は、実施の形態２と同様に、ワイヤ５の固着とワイヤ５の先端部５ａにおける塊の形成とを低減できる。

[0091] また、付加製造装置１００は、堆積されているビード５０の数に応じて第３の時点を調整しても良い。１層目のビード５０が形成される場合は、ビード５０からベース材１７への放熱によって、形成しているビード５０の温度が容易に低下する。１層目の場合と同じ加工条件で２層目以降のビード５０が形成される場合、堆積されているビード５０の数が多くなるほど、堆積物１８からの放熱がされにくくなる。この場合、堆積物１８における蓄熱が多くなるため、形成しているビード５０の温度が低下しにくくなる。付加製造装置１００は、堆積されているビード５０の数が多くなるほどワイヤ５が溶融し易くなることから、堆積されているビード５０の数が多くなるに従って第３の時点を遅らせる調整を行う。これにより、付加製造装置１００は、実施の形態２と同様に、ワイヤ５の先端部５ａにおける塊の形成を低減できる。

[0092] なお、付加製造装置１００は、供給指令生成部２８による調整に代えて、出力指令生成部２７による調整によって、加工条件に基づいた第３の時点の

調整を行うこととしても良い。付加製造装置１００は、加工条件に基づいた第３の時点の調整に加えて、実施の形態２と同様に被加工物の温度に基づく第３の時点の調整を行っても良い。

[0093] 実施の形態３によると、付加製造装置１００は、加工条件に基づいて、駆動部が第１の駆動から第２の駆動への切り換えを行う時点を調整することによって、実施の形態２と同様に、ビード５０へのワイヤ５の固着と、ワイヤ５の先端部５ａにおける塊の形成とを低減できる。これにより、付加製造装置１００は、加工品質の向上が可能となるという効果を奏する。

[0094] 実施の形態４．

図１２は、本発明の実施の形態４にかかる付加製造装置１００の動作について説明する図である。実施の形態４にかかる付加製造装置１００は、駆動部が第１の駆動から第２の駆動への切り換えを行う時点以前に、被加工物から離れる向きへ加工ヘッド１０を移動させる。実施の形態４では、上記の実施の形態１から３と同一の構成要素には同一の符号を付し、実施の形態１から３とは異なる構成について主に説明する。

[0095] 実施の形態４における出力Ｐの推移および速度Ｖの推移は、図１０に示す実施の形態２における出力Ｐの推移および速度Ｖの推移と同様である。ここでは、図１０を参照して、加工ヘッド１０の動作について説明する。被加工物から離れる方向への加工ヘッド１０の移動は、ワイヤ５の送り出しの減速が開始される時点である時刻Ｍ１と、ワイヤ５の送り出しが停止され、かつワイヤ５の引き戻しが開始される第３の時点である時刻Ｍ２との間の第４の時点にて行われる。図１２において、被加工物から離れる方向は、プラスＺ方向である。第４の時点は、時刻Ｍ１と同時であっても良い。また、第４の時点は、第３の時点以前の時点とする。

[0096] 図１２には、プラスＺ方向への加工ヘッド１０の移動前の状態と、プラスＺ方向への加工ヘッド１０の移動後の状態とを示している。加工ヘッド１０の移動前において、ワイヤ５の先端部５ａは、図７に示す時刻Ｍ１における状態と同様に、溶融池５３に深く入り込んでいる。かかる状態から、付加製

造装置１００は、第４の時点において、加工ヘッド１０をプラスＺ方向へ距離ΔＺだけ移動させる。これにより、ワイヤ５の先端部５ａの位置は、加工ヘッド１０の移動とともに加工時における位置からプラスＺ方向へ距離ΔＺだけ引き上げられ、溶融池５３の上端付近の位置となる。上記動作のために、軸指令生成部２３は、第４の時点において、加工ヘッド１０をプラスＺ方向へ距離ΔＺだけ移動させる軸指令を生成する。ヘッド駆動部１４は、かかる軸指令に従って、第４の時点において、被加工物から離れる方向へ加工ヘッド１０を移動させる。

[0097] 第４の時点において、ワイヤ５は、いわば溶融池５３の上端に接触している状態となる。第４の時点以後の時刻Ｍ２では、ワイヤ５の引き戻しが開始される。付加製造装置１００は、溶融池５３の上端に接触している状態からワイヤ５の引き戻しが開始されることで、ワイヤ５が溶融池５３に深く入り込んでいる状態から引き戻される場合と比較して、溶融池５３からワイヤ５へ付着する材料を少なくさせることができる。これにより、付加製造装置１００は、終端部５４における形状精度の悪化を低減できる。また、付加製造装置１００は、ワイヤ５の先端部５ａにおける塊の形成を低減できる。

[0098] なお、付加製造装置１００は、実施の形態２と同様に被加工物の温度に基づく第３の時点の調整を行っても良い。付加製造装置１００は、実施の形態３と同様に加工条件に基づく第３の時点の調整を行っても良い。

[0099] 実施の形態４によると、付加製造装置１００は、駆動部が第１の駆動から第２の駆動への切り換えを行う以前に被加工物から離れる向きへ加工ヘッド１０を移動させることによって、終端部５４における形状精度の悪化を低減できる。また、付加製造装置１００は、ワイヤ５の先端部５ａにおける塊の形成を低減できる。これにより、付加製造装置１００は、加工品質の向上が可能となるという効果を奏する。

[0100] 実施の形態５.

図１３は、本発明の実施の形態５にかかる付加製造装置１００の動作について説明する図である。実施の形態５にかかる付加製造装置１００は、溶融

させた材料の付加を停止する位置において、加工ヘッド１０の移動または被加工物の回転によって、被加工物に対する加工ヘッド１０の相対位置を変化させる。溶融させた材料の付加を停止する位置は、ビード５０の終点５２となる位置である。実施の形態５では、上記の実施の形態１から４と同一の構成要素には同一の符号を付し、実施の形態１から４とは異なる構成について主に説明する。

[0101] 図１３において、プラスＸ方向である第１の移動方向８１と、マイナスＹ方向である第２の移動方向８２とは、ビード５０の終点５２となる位置に加工ヘッド１０が到達したときにおいて加工ヘッド１０を移動させる方向の例である。回転方向８３は、ビード５０の終点５２となる位置に加工ヘッド１０が到達したときにおいて回転駆動部１６の駆動によって被加工物を回転させる方向の例である。回転方向８３は、被加工物と先端部５ａとの相対距離が離れる方向である。

[0102] 実施の形態５における出力Ｐの推移および速度Ｖの推移は、図１０に示す実施の形態２における出力Ｐの推移および速度Ｖの推移と同様である。ここでは、図１０を参照して、加工ヘッド１０の移動と被加工物の回転とについて説明する。加工ヘッド１０を移動させる方向が第１の移動方向８１とあらかじめ設定されている場合、加工ヘッド１０は、時刻Ｍ２において、ビード５０の形成時における移動方向と同じ方向であるプラスＸ方向へ移動する。加工ヘッド１０を移動させる方向が第２の移動方向８２とあらかじめ設定されている場合、加工ヘッド１０は、時刻Ｍ２において、プラスＸ方向への移動を停止し、マイナスＹ方向への移動を開始する。

[0103] これらの動作のために、第２の指令生成部である軸指令生成部２３は、終点５２となる位置において加工ヘッド１０をあらかじめ設定された方向へ移動させる軸指令を生成する。ヘッド駆動部１４は、かかる軸指令に従って、加工ヘッド１０を移動させる。回転モータ４によるワイヤ５の引き戻しと加工ヘッド１０の移動とによって、先端部５ａは被加工物から離れる。

[0104] 被加工物を回転させる方向が回転方向８３とあらかじめ設定されている場

合、加工ヘッド１０は、プラスＸ方向への移動を停止する。回転駆動部１６は、被加工物を回転方向８３へ回転させる。かかる動作のために、軸指令生成部２３は、終点５２となる位置において被加工物をあらかじめ設定された方向へ回転させる回転指令を生成する。回転駆動部１６は、かかる回転指令に従ってステージ１５を回転させる。回転モータ４によるワイヤ５の引き戻しと被加工物の回転とによって、先端部５ａは被加工物から離れる。

[0105] 付加製造装置１００は、ワイヤ５がワイヤスプール６へ引き戻されるときにおいて、被加工物に対する加工ヘッド１０の相対位置を変化させる。付加製造装置１００は、ビード５０の終端部５４に残される形状を、造形品の加工に適した形状に調整することができる。これにより、付加製造装置１００は、形状精度の向上が可能となる。

[0106] なお、加工ヘッド１０を移動させる方向と、被加工物を回転させる方向とは、図１３に示すものに限られず、任意であるものとする。被加工物に対する加工ヘッド１０の相対位置の変化は、駆動部による第１の駆動から第２の駆動への切り換えと同時でなくても良い。付加製造装置１００は、当該切り換えよりも前に被加工物に対する加工ヘッド１０の相対位置を変化させても良く、当該切り換えよりも後に被加工物に対する加工ヘッド１０の相対位置を変化させても良い。

[0107] 付加製造装置１００は、回転モータ４によるワイヤ５の引き戻しを行わず、加工ヘッド１０の移動によるワイヤ５の引き戻しを行うこととしても良い。加工ヘッド１０の移動によるワイヤ５の引き戻しとは、被加工物に対する加工ヘッド１０の相対位置の変更によって、先端部５ａが被加工物からワイヤスプール６の側へ相対的に引き離された状態となることを指す。この場合、回転モータ４は、供給源から被加工物へ向けて材料を送り出すための第１の駆動を行う駆動部として機能する。ヘッド駆動部１４は、送り出された材料を供給源へ引き戻すための第２の駆動を行う駆動部として機能する。回転モータ４とヘッド駆動部１４とは、加工プログラムに基づいて第１の駆動から第２の駆動への切り換えを行う。第１の駆動とは、回転モータ４によって

ワイヤスプール６から被加工物へ向けてワイヤ５を送り出すことを指す。第２の駆動とは、ヘッド駆動部１４によって、上記の相対位置の変更のために加工ヘッド１０を移動させることを指す。この場合も、付加製造装置１００は、形状精度の向上と加工品質の向上とが可能となる。

[0108] 付加製造装置１００は、回転モータ４によるワイヤ５の引き戻しを行わず、被加工物の回転によるワイヤ５の引き戻しを行うこととしても良い。被加工物の回転によるワイヤ５の引き戻しとは、被加工物に対する加工ヘッド１０の相対位置の変更によって、先端部５ａが被加工物からワイヤスプール６の側へ相対的に引き離された状態となることを指す。この場合、回転モータ４は、供給源から被加工物へ向けて材料を送り出すための第１の駆動を行う駆動部として機能する。回転駆動部１６は、送り出された材料を供給源へ引き戻すための第２の駆動を行う駆動部として機能する。回転モータ４と回転駆動部１６とは、加工プログラムに基づいて第１の駆動から第２の駆動への切り換えを行う。第１の駆動とは、回転モータ４によってワイヤスプール６から被加工物へ向けてワイヤ５を送り出すことを指す。第２の駆動とは、回転駆動部１６によって、上記の相対位置の変更のために回転駆動部１６が被加工物を回転させることを指す。この場合も、付加製造装置１００は、形状精度の向上と加工品質の向上とが可能となる。

[0109] なお、付加製造装置１００は、実施の形態４によるプラスＺ方向への加工ヘッド１０の移動と併せて、実施の形態５による相対位置の変更を行っても良い。付加製造装置１００は、実施の形態２と同様に被加工物の温度に基づく第３の時点の調整を行っても良い。付加製造装置１００は、実施の形態３と同様に加工条件に基づく第３の時点の調整を行っても良い。

[0110] 実施の形態５によると、付加製造装置１００は、溶融させた材料の付加を停止する位置において、被加工物に対する加工ヘッド１０の相対位置を変化させることによって、形状精度の向上が可能となる。これにより、付加製造装置１００は、加工品質の向上が可能となるという効果を奏する。

[0111] 実施の形態６.

図１４は、本発明の実施の形態６にかかる付加製造装置１００の動作について説明する図である。実施の形態６にかかる付加製造装置１００は、駆動部が第１の駆動から第２の駆動への切り換えを行う時点を含む期間においてレーザビーム５５の出力を一定にさせる。実施の形態６では、上記の実施の形態１から５と同一の構成要素には同一の符号を付し、実施の形態１から５とは異なる構成について主に説明する。

[0112] レーザビーム５５の出力の低下は、時刻Ｍ１から開始される。レーザビーム５５の出力は、時刻Ｍ２以前の時点において、あらかじめ設定された出力値であるＬ１に到達する。Ｌ１は、Ｐ１よりも低く、かつゼロよりも高い出力値である。レーザビーム５５の出力は、Ｌ１に到達した時点から時刻Ｍ３までＬ１で維持される。Ｌ１は、ビード５０からワイヤ５を引き離し得る程度に溶融池５３の溶融状態を維持可能な出力値とする。レーザビーム５５の出力は、時刻Ｍ３から再び低下し、ゼロに到達する。このように、付加製造装置１００は、第３の時点である時刻Ｍ２を含む期間においてレーザビーム５５の出力を一定にさせる。上記動作のために、出力指令生成部２７は、時刻Ｍ２以前に出力をＬ１に到達させ、かつ時刻Ｍ３まで出力をＬ１とする出力指令を生成する。

[0113] 付加製造装置１００は、第３の時点を含む期間においてＬ１のレーザビーム５５を照射させることによって、溶融状態とされた溶融池５３からのワイヤ５の引き戻しが可能となる。付加製造装置１００は、溶融池５３を溶融状態とさせることによって、ビード５０へのワイヤ５の固着を低減できる。なお、付加製造装置１００は、ワイヤ５が引き戻される間に溶融池５３を溶融状態とすることができれば良く、出力値を一定とする期間の長さを適宜変更しても良い。付加製造装置１００は、時刻Ｍ３以前の時点にてＬ１からの出力の低下を開始させても良い。Ｌ１は、被加工物の温度の検出結果を基に設定されても良い。Ｌ１は、ワイヤ５の溶融し易さに基づいて調整されても良い。

[0114] なお、付加製造装置１００は、実施の形態２と同様に被加工物の温度に基

づく第３の時点の調整を行っても良い。付加製造装置１００は、実施の形態３と同様に加工条件に基づく第３の時点の調整を行っても良い。付加製造装置１００は、実施の形態４と同様に加工ヘッド１０を移動させても良い。付加製造装置１００は、実施の形態５と同様に加工ヘッド１０を移動または被加工物を回転させても良い。

[0115] 実施の形態６によると、付加製造装置１００は、駆動部が第１の駆動から第２の駆動への切り換えを行う時点を含む期間においてレーザビーム５５の出力を一定にさせることによって、ビード５０へのワイヤ５の固着を低減できる。これにより、付加製造装置１００は、加工品質の向上が可能となるという効果を奏する。

[0116] 以上の実施の形態に示した構成は、本発明の内容の一例を示すものであり、別の公知の技術と組み合わせることも可能であるし、本発明の要旨を逸脱しない範囲で、構成の一部を省略、変更することも可能である。

符号の説明

[0117] １，６０，７０ ＮＣ装置、２ レーザ発振器、３ ファイバーケーブル、４ 回転モータ、５ ワイヤ、５ａ 先端部、６ ワイヤスプール、７ ガス供給装置、８ 配管、９ 温度センサ、１０ 加工ヘッド、１１ ビームノズル、１２ ワイヤノズル、１４ ヘッド駆動部、１５ ステージ、１６ 回転駆動部、１７ ベース材、１８ 堆積物、２０ 加工プログラム、２１ 加工条件テーブル、２２ プログラム解析部、２３ 軸指令生成部、２４ 条件設定部、２５ 条件調整部、２６ 条件指令生成部、２７ 出力指令生成部、２８ 供給指令生成部、３１，３３ サーボアンプ、３２ 発振制御部、４１ ＣＰＵ、４２ ＲＡＭ、４３ ＲＯＭ、４４ 外部記憶装置、４５ 入出力インタフェース、４６ バス、５０ ビード、５１ 始点、５２ 終点、５３ 溶融池、５４ 終端部、５５ レーザビーム、８１ 第１の移動方向、８２ 第２の移動方向、８３ 回転方向、１００ 付加製造装置。

請求の範囲

[請求項1] ビームの照射によって溶融させた材料を被加工物へ付加して造形物を製造する付加製造装置であって、

前記ビームを出力するビーム源と、

前記材料の供給源から送り出された前記材料と前記被加工物との相対位置を変化させる駆動部と、

を備え、

前記駆動部は、前記供給源から前記被加工物へ向けて前記材料を送り出すための第１の駆動と送り出された前記材料を前記供給源へ引き戻すための第２の駆動とが可能であって、かつ、加工プログラムに基づいて前記第１の駆動から前記第２の駆動への切り換えを行うことを特徴とする付加製造装置。

[請求項2] 前記駆動部は、前記ビーム源が出力の低下を開始させる時点と前記ビーム源の出力が停止する時点との間における時点で、前記第１の駆動から前記第２の駆動への切り換えを行うことを特徴とする請求項１に記載の付加製造装置。

[請求項3] 前記駆動部は、前記ビーム源の出力が停止する時点において、前記ビームを照射していた領域の外にまで前記材料を移動させることを特徴とする請求項１または２に記載の付加製造装置。

[請求項4] 前記駆動部が前記第１の駆動から前記第２の駆動への切り換えを行う時点は、前記被加工物の温度に基づいて調整されることを特徴とする請求項１から３のいずれか１つに記載の付加製造装置。

[請求項5] 前記駆動部が前記第１の駆動から前記第２の駆動への切り換えを行う時点は、加工条件に基づいて調整されることを特徴とする請求項１から４のいずれか１つに記載の付加製造装置。

[請求項6] 前記供給源から送り出された前記材料を前記被加工物へ向けて進行させるノズルを有する加工ヘッドと、

前記加工ヘッドを移動させるヘッド駆動部と、

を備え、

前記ヘッド駆動部は、前記駆動部が前記第１の駆動から前記第２の駆動への切り換えを行う時点以前に、前記被加工物から離れる方向へ前記加工ヘッドを移動させることを特徴とする請求項１から５のいずれか１つに記載の付加製造装置。

[請求項7] 前記供給源から送り出された前記材料を前記被加工物へ向けて進行させるノズルを有する加工ヘッドを備え、

溶融させた前記材料の付加を停止する位置において前記被加工物に対する前記加工ヘッドの相対位置を変化させることを特徴とする請求項１から５のいずれか１つに記載の付加製造装置。

[請求項8] 前記駆動部は、前記加工ヘッドを移動させるヘッド駆動部を含むことを特徴とする請求項７に記載の付加製造装置。

[請求項9] 前記駆動部は、前記被加工物を回転させる回転駆動部を含むことを特徴とする請求項７に記載の付加製造装置。

[請求項10] 前記ビーム源は、前記駆動部が前記第１の駆動から前記第２の駆動への切り換えを行う時点を含む期間において前記ビームの出力を一定にさせることを特徴とする請求項１から９のいずれか１つに記載の付加製造装置。

[請求項11] ビームの照射によって溶融させた材料を被加工物へ付加して造形物を製造する付加製造装置を制御する数値制御装置であって、

ビーム源からの前記ビームの出力の制御のための第１の指令を生成する第１の指令生成部と、

前記材料の供給源から送り出された前記材料と前記被加工物との相対位置を変化させる第２の指令を生成する第２の指令生成部と、

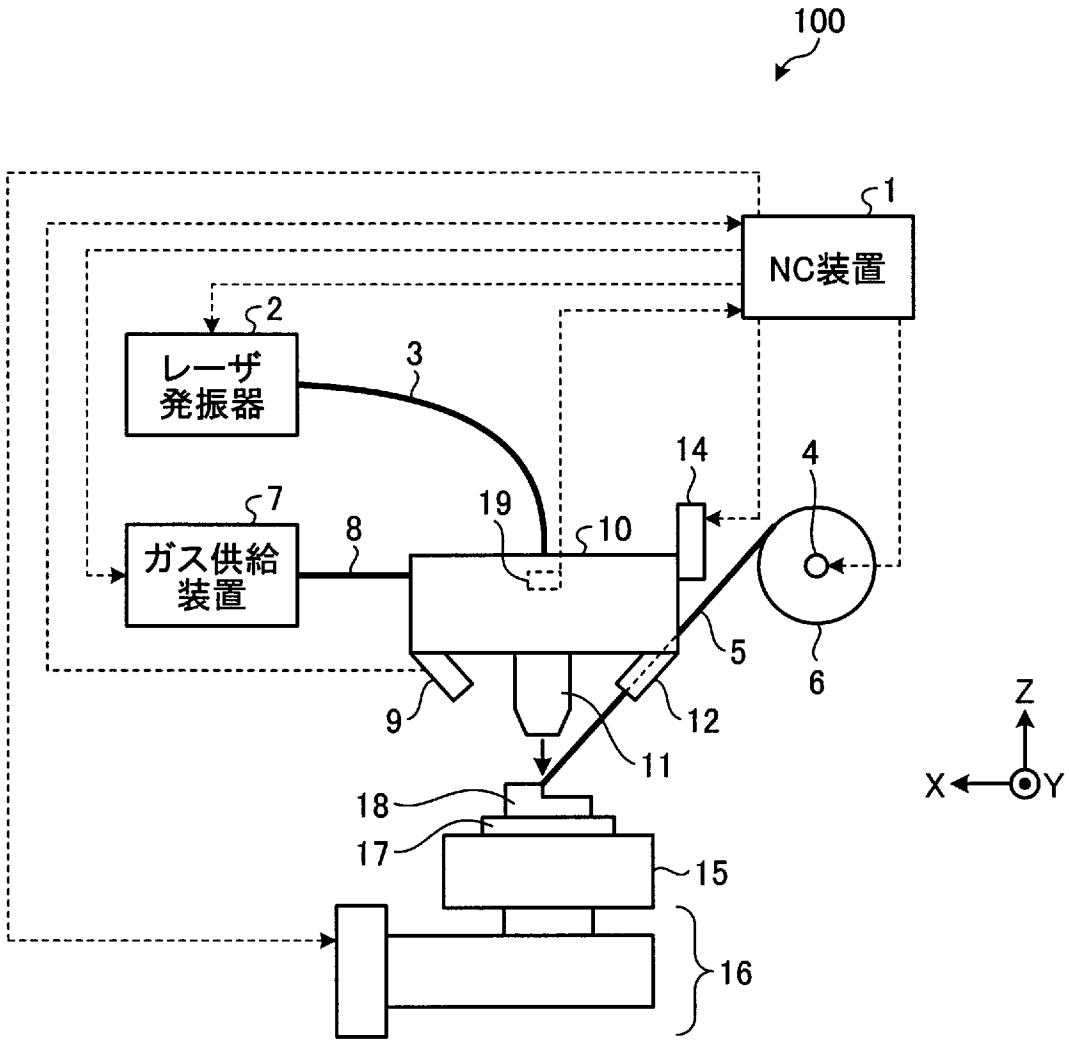
を備え、

前記第１の指令生成部は、第１の時点において前記ビーム源が加工条件に従った出力から前記ビームの出力の低下を開始させるとともに第２の時点において前記ビームの出力を停止させる前記第１の指令を

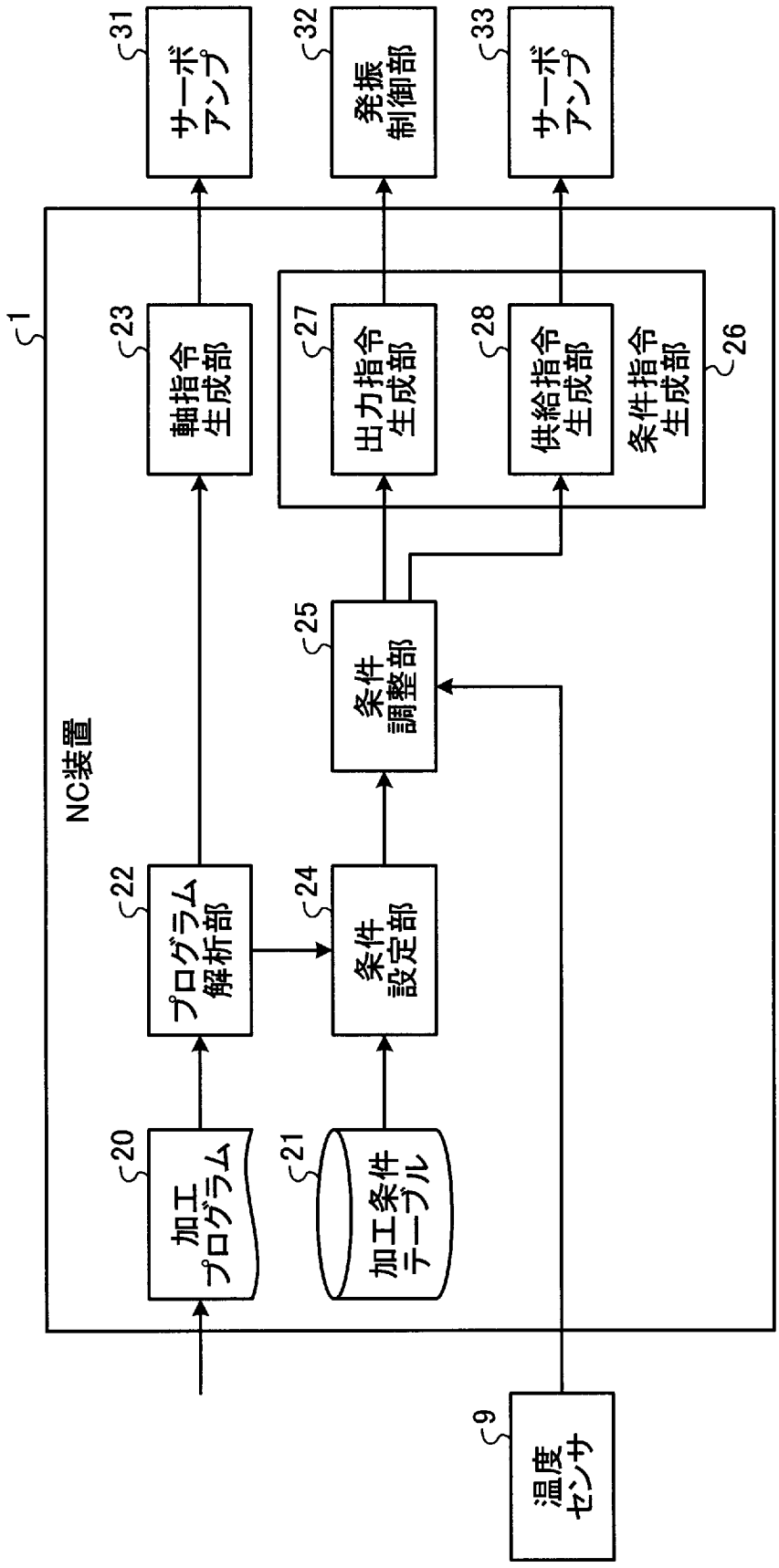
生成し、

前記第２の指令生成部は、加工プログラムに基づいて、第３の時点において前記供給源への前記材料の引き戻しを開始させる前記第２の指令を生成することを特徴とする数値制御装置。

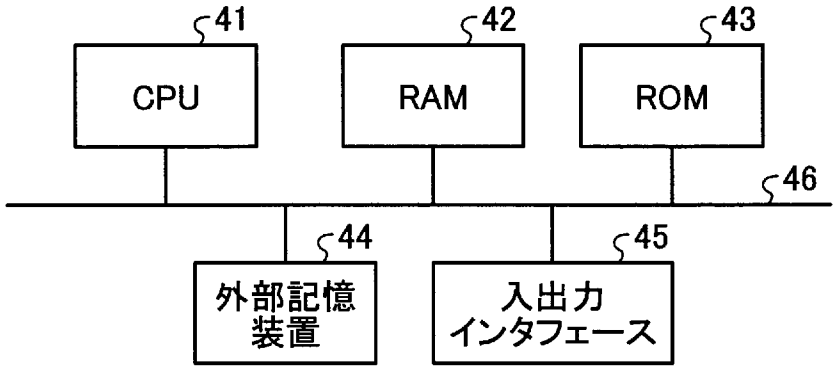
[図1]



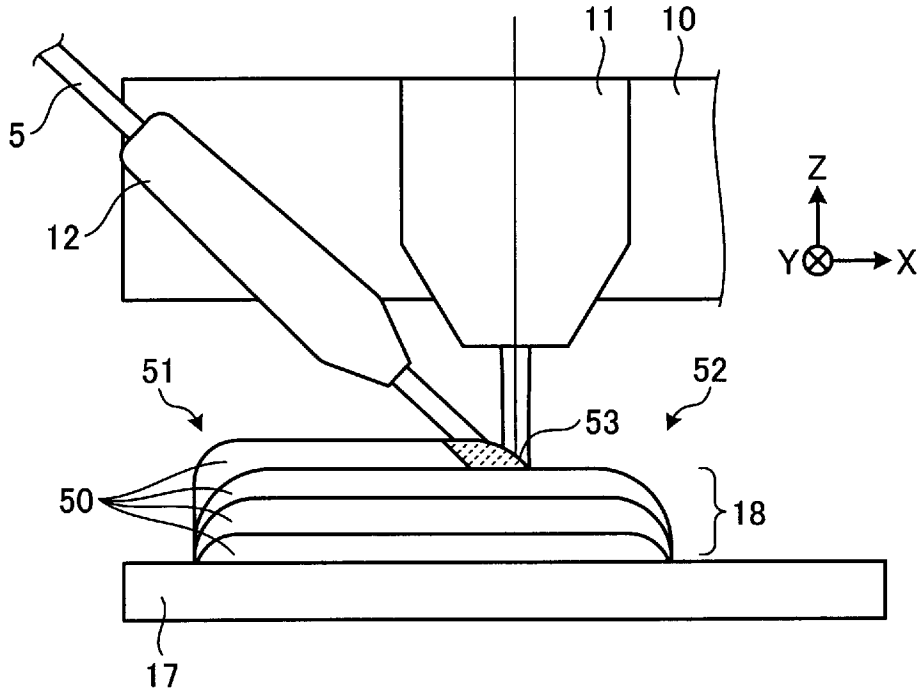
[図2]


1
NC装置
20
加工プログラム
21
加工条件テーブル
22
プログラム解析部
23
軸指令生成部
24
条件設定部
25
条件調整部
26
条件指令生成部
27
出力指令生成部
28
供給指令生成部
31
サーボアンプ
32
発振制御部
33
サーボアンプ
9
温度センサ

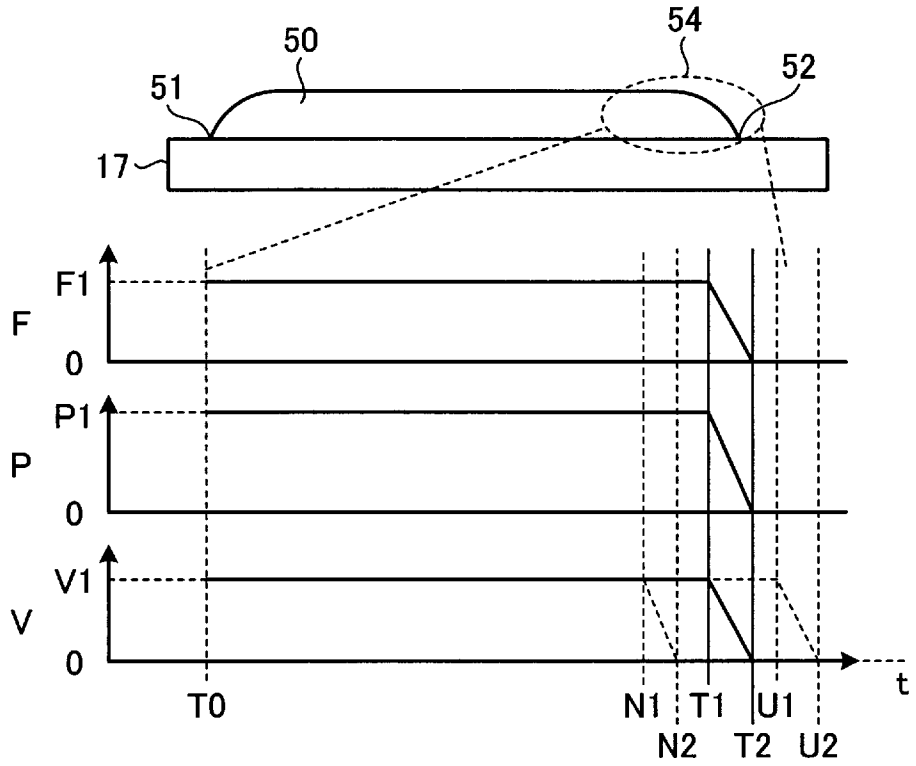
[図3]


41
42
43
CPU
RAM
ROM
46
44
45
外部記憶
装置
入出力
インタフェース

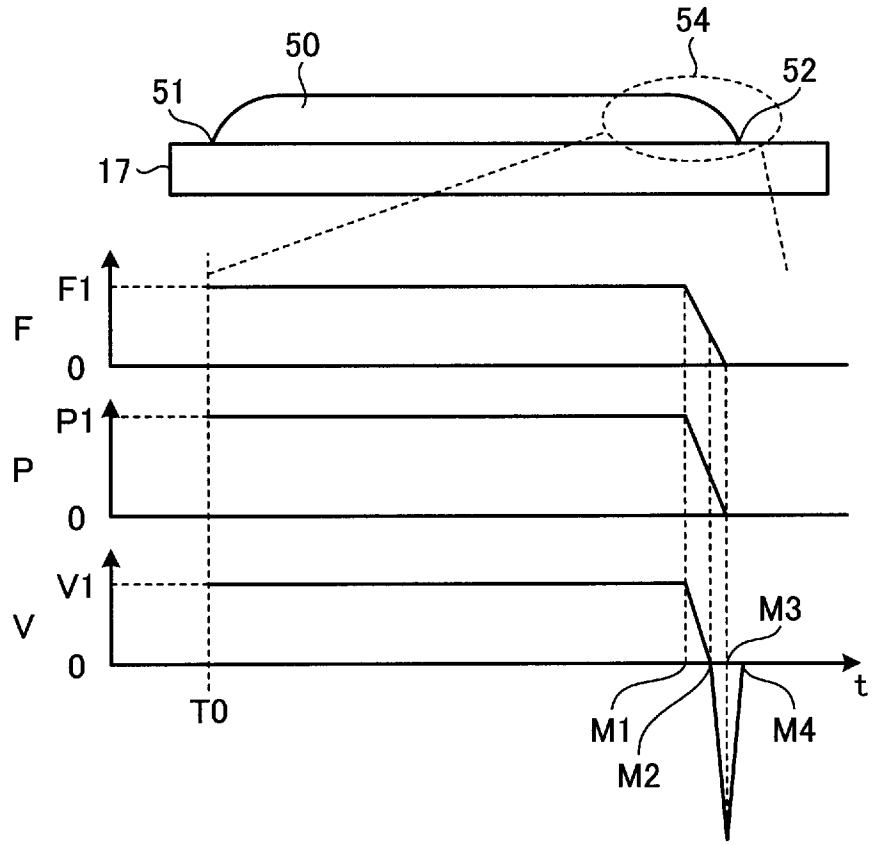
[図4]


11
10
5
12
Z
Y
X
51
52
53
50
18
17

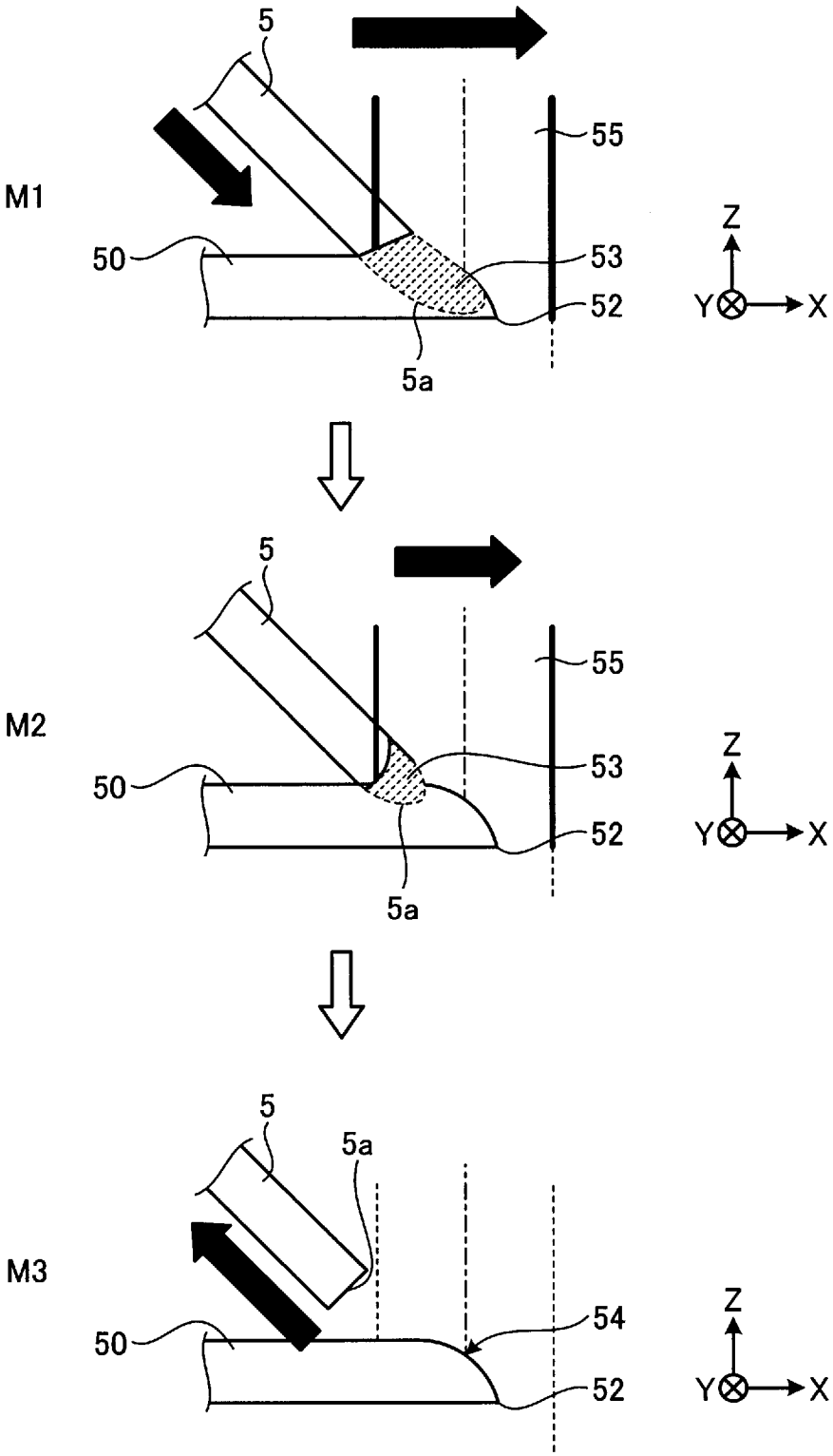
[図5]


50
54
51
52
17
F
F1
0
P
P1
0
V
V1
0
T0
N1
T1
U1
N2
T2
U2
t

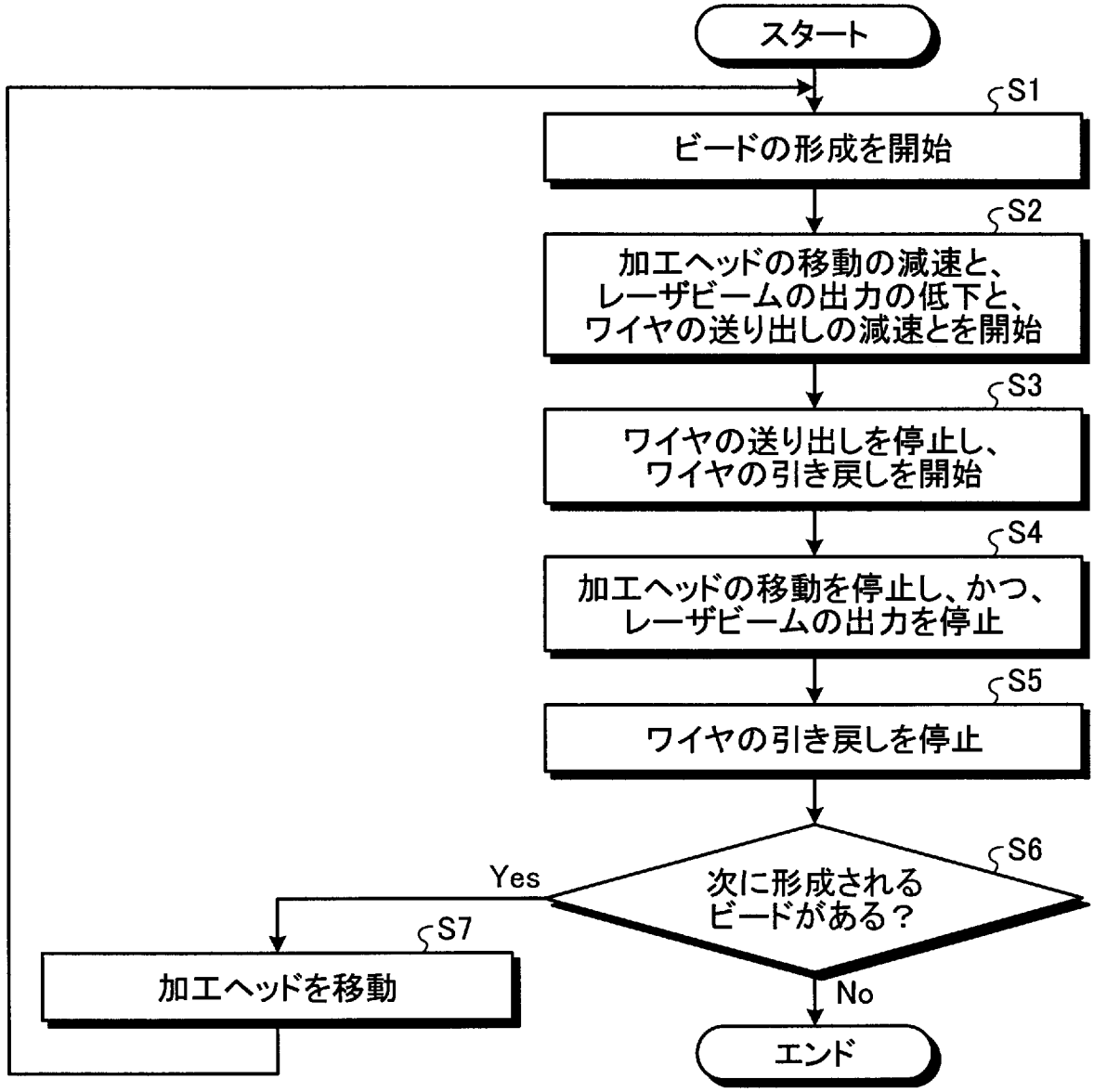
[図6]


50
54
51
52
17
F
F1
0
P
P1
0
V
V1
0
T0
M1
M2
M3
M4
t

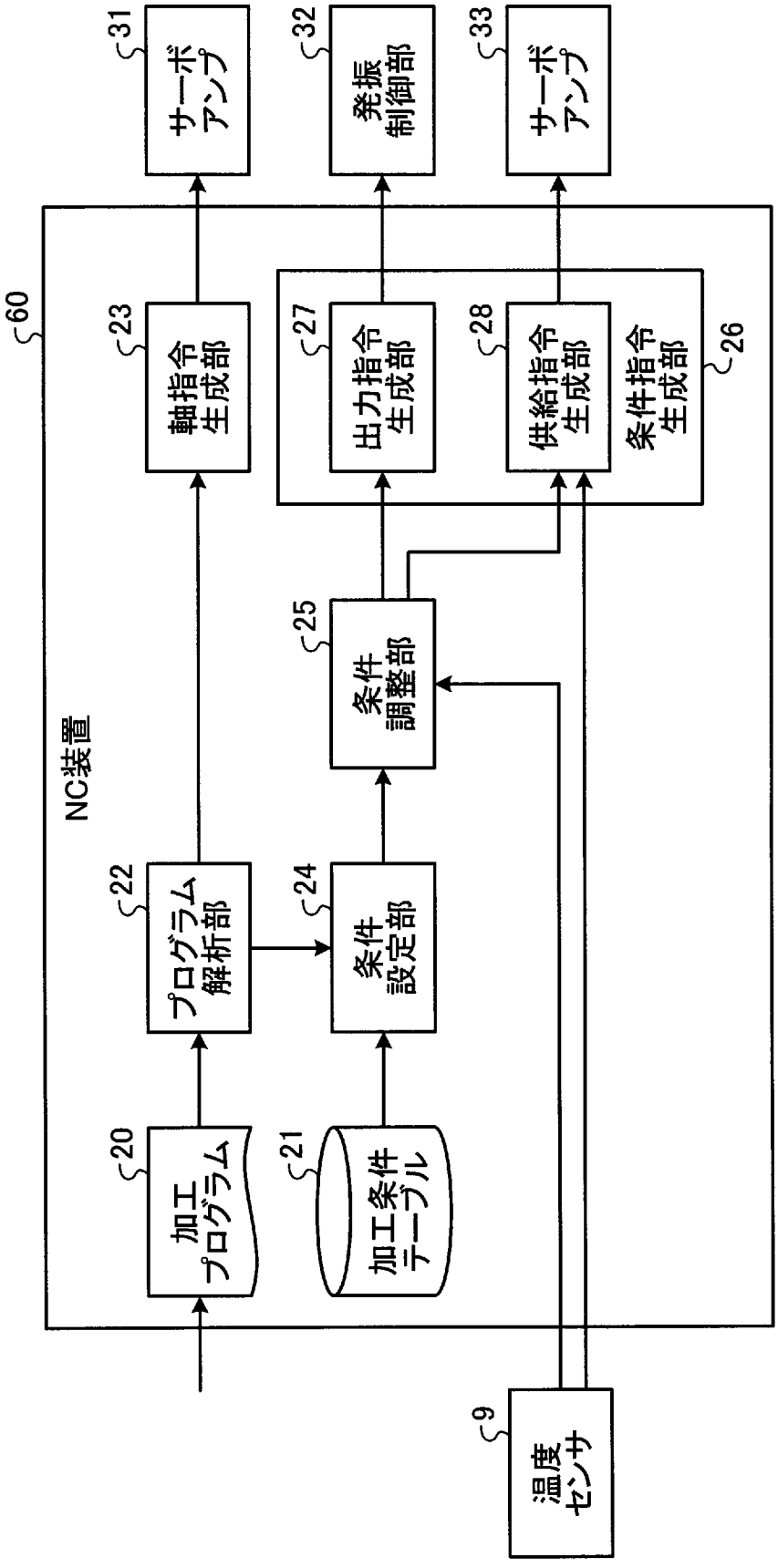
[図7]



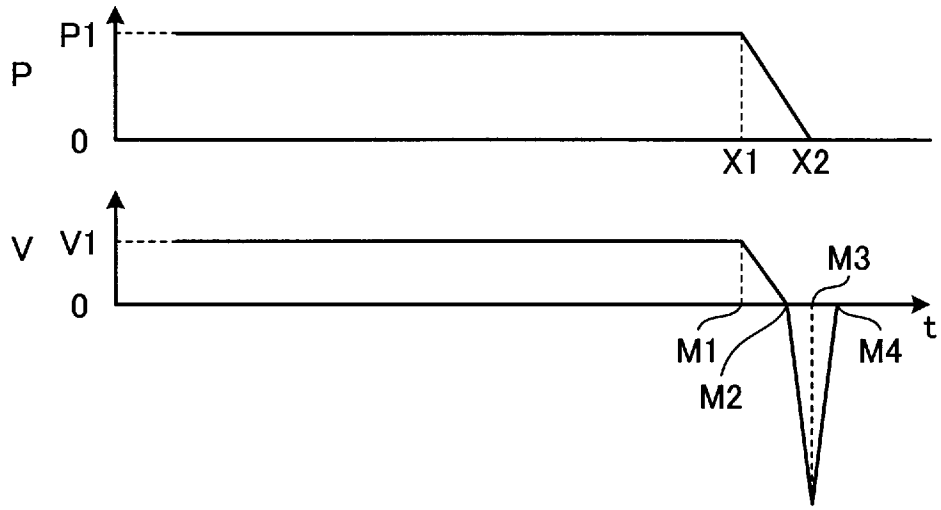
[図8]


スタート
S1
ビードの形成を開始
S2
加工ヘッドの移動の減速と、
レーザビームの出力の低下と、
ワイヤの送り出しの減速とを開始
S3
ワイヤの送り出しを停止し、
ワイヤの引き戻しを開始
S4
加工ヘッドの移動を停止し、かつ、
レーザビームの出力を停止
S5
ワイヤの引き戻しを停止
S6
次に形成される
ビードがある？
Yes
No
S7
加工ヘッドを移動
エンド

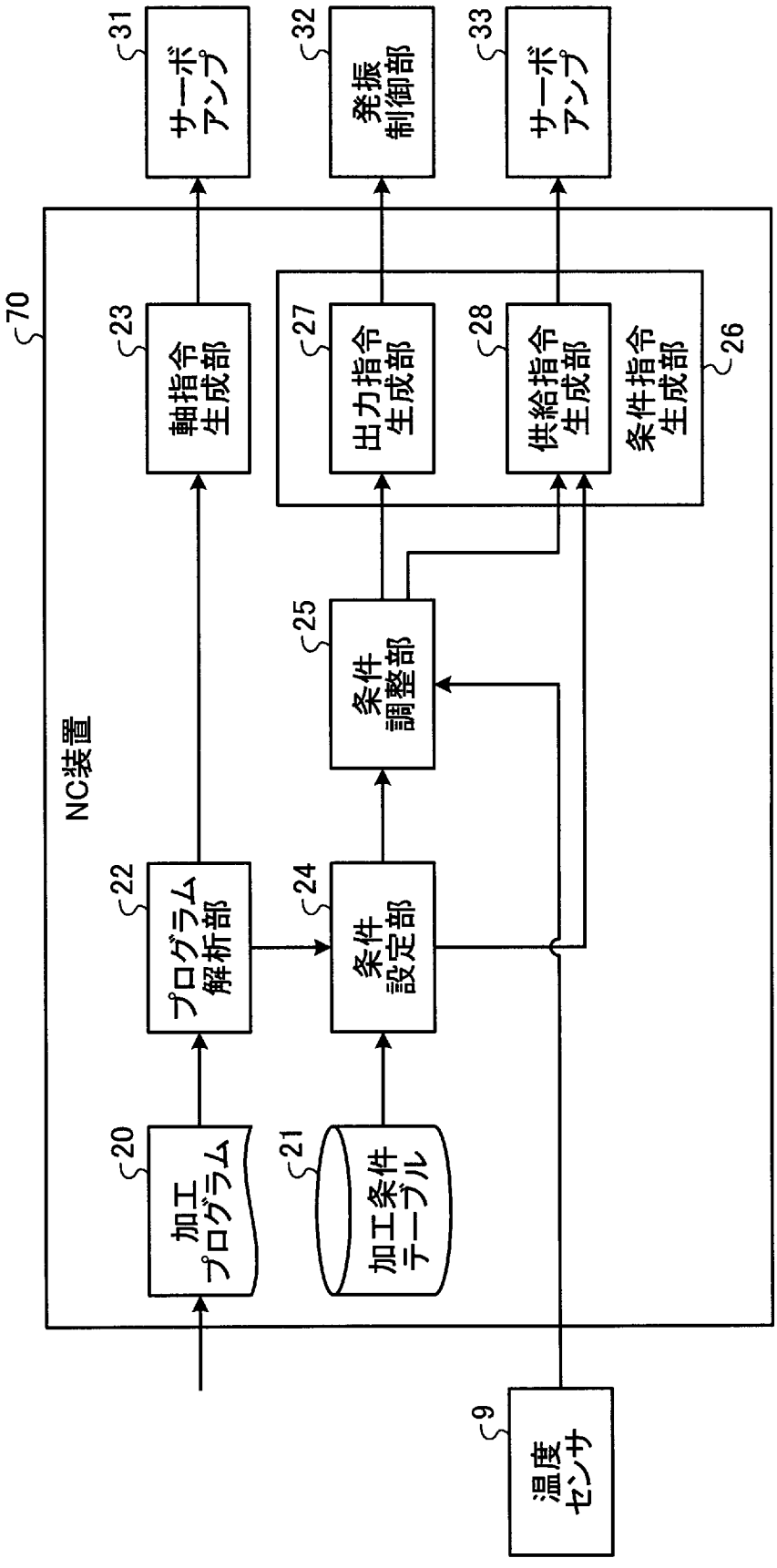
[図9]


60
NC装置
20
加工プログラム
21
加工条件テーブル
22
プログラム解析部
23
軸指令生成部
24
条件設定部
25
条件調整部
26
条件指令生成部
27
出力指令生成部
28
供給指令生成部
31
サーボアンプ
32
発振制御部
33
サーボアンプ
9
温度センサ

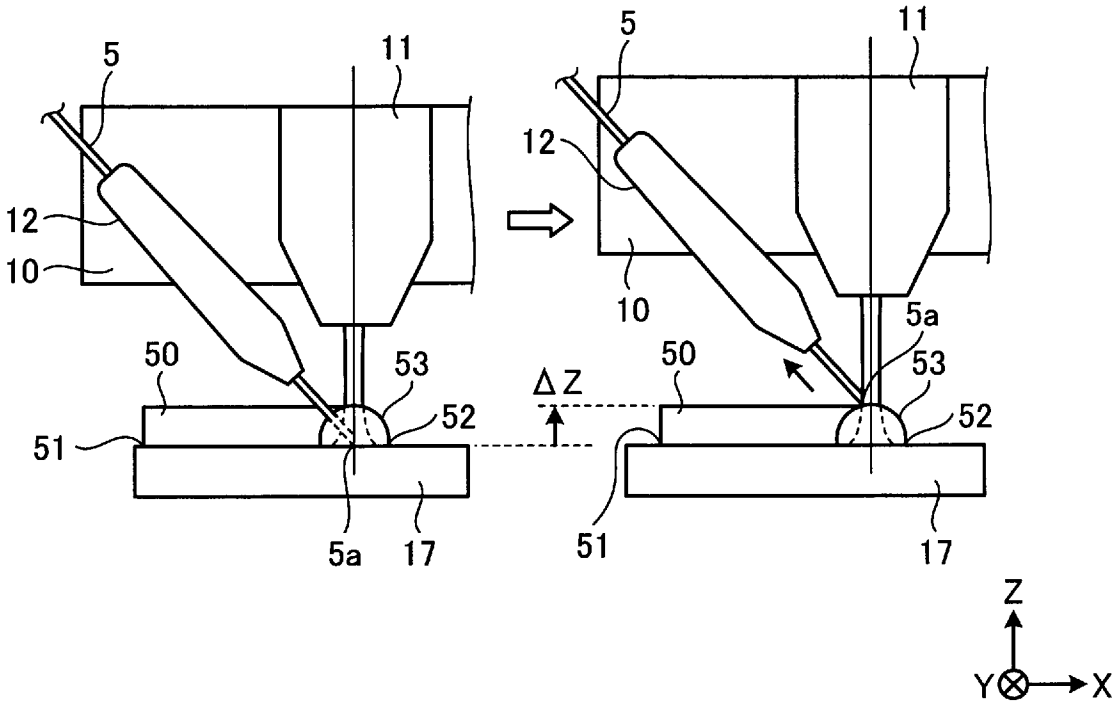
[図10]



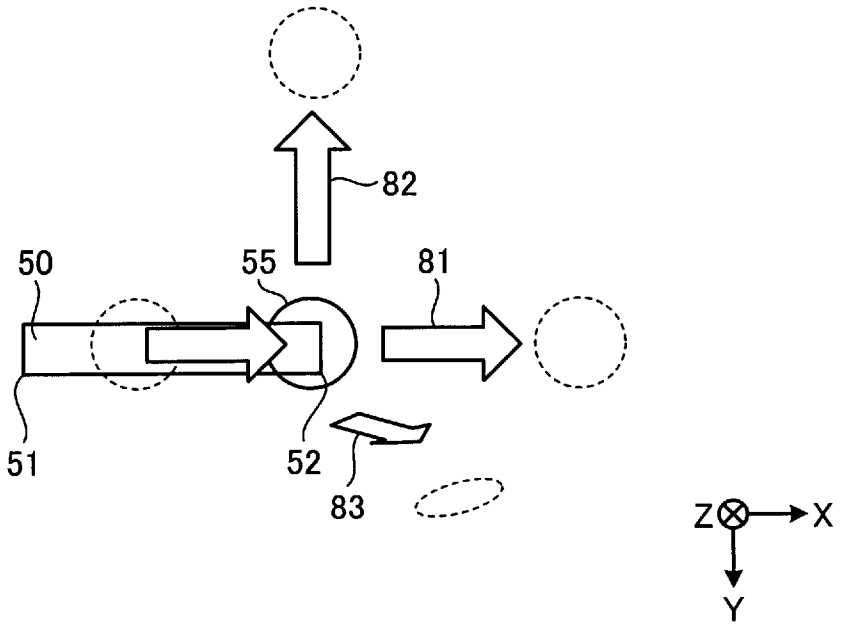
[図11]


70
NC装置
20
加工プログラム
21
加工条件テーブル
22
プログラム解析部
23
軸指令生成部
24
条件設定部
25
条件調整部
26
条件指令生成部
27
出力指令生成部
28
供給指令生成部
31
サーボアンプ
32
発振制御部
33
サーボアンプ
9
温度センサ

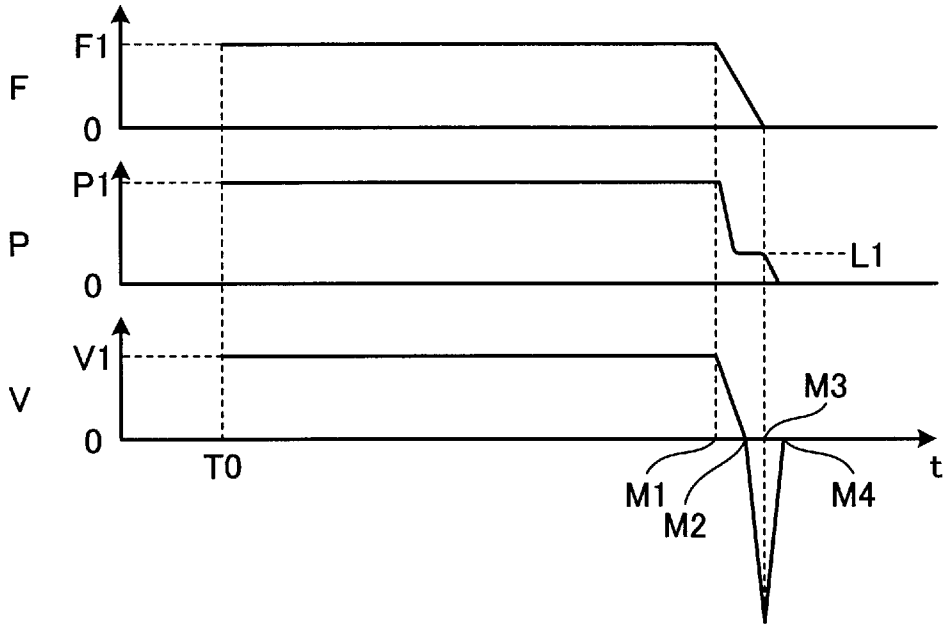
[図12]



[図13]



[図14]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2018/039544

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
Int. Cl. B23K26/34(2014.01)i, B22F3/105(2006.01)i, B22F3/16(2006.01)i, B33Y30/00(2015.01)i, B33Y50/02(2015.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
Int. Cl. B23K26/34, B22F3/105, B22F3/16, B33Y30/00, B33Y50/02

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched
Published examined utility model applications of Japan 1922-1996
Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2018
Registered utility model specifications of Japan 1996-2018
Published registered utility model applications of Japan 1994-2018

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y	JP 2016-179501 A (LINCOLN GLOBAL, INC.) 13 October 2016, paragraphs [0011]-[0143], fig. 1-24D & US 2015/0209913 A1, paragraphs [0037]-[0169], fig. 1-24D & DE 102016003468 A1 & CN 105983742 A & KR 10-2016-0113987 A	1-5, 10-11 6-9
Y	JP 2001-105163 A (HITACHI CONSTRUCTION MACHINERY CO., LTD.) 17 April 2001, paragraphs [0019]-[0036], fig. 1-10 (Family: none)	6
Y	JP 2016-518267 A (MARK, Gregory Thomas) 23 June 2016, paragraphs [0020]-[0194], fig. 1-501 & US 2014/0291886 A1, paragraphs [0125]-[0299], fig. 1-501 & WO 2014/153535 A2 & CN 105339154 A	7-9

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed
"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
21.12.2018	08.01.2019
Name and mailing address of the ISA/ Japan Patent Office 3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915, Japan	Authorized officer Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2018/039544

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2-92479 A (MAZDA MOTOR CORP.) 03 April 1990, entire text, all drawings (Family: none)	1-11
A	JP 58-122182 A (GENERAL ELECTRIC CO.) 20 July 1983, entire text, all drawings & US 4441012 A1 & GB 2113133 A & DE 3244774 A1	1-11
A	JP 2016-190426 A (MUTOH INDUSTRIES, LTD.) 10 November 2016, entire text, all drawings (Family: none)	1-11

国際調査報告

国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ２０１８／０３９５４４

Ａ．　発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　B23K26/34(2014.01)i, B22F3/105(2006.01)i, B22F3/16(2006.01)i, B33Y30/00(2015.01)i, B33Y50/02(2015.01)i

Ｂ．　調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　B23K26/34, B22F3/105, B22F3/16, B33Y30/00, B33Y50/02

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	１９２２－１９９６年
日本国公開実用新案公報	１９７１－２０１８年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０１８年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０１８年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

Ｃ．　関連すると認められる文献

引用文献のカテゴリー＊	引用文献名　及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する請求項の番号
X Y	JP 2016-179501 A (リンカーン　グローバル，インコーポレイテッド) 2016.10.13, 段落[0011]－[0143], 図１－24D & US 2015/0209913 A1, [0037]-[0169], FIG.1-24D & DE 102016003468 A1 & CN 105983742 A & KR 10-2016-0113987 A	1-5, 10-11 6-9

☑　Ｃ欄の続きにも文献が列挙されている。　　☐　パテントファミリーに関する別紙を参照。

＊　引用文献のカテゴリー
「Ａ」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「Ｅ」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「Ｌ」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）
「Ｏ」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「Ｐ」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献
「Ｔ」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「Ｘ」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Ｙ」特に関連のある文献であって、当該文献と他の１以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「＆」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日	国際調査報告の発送日
２１．１２．２０１８	０８．０１．２０１９

国際調査機関の名称及びあて先
日本国特許庁（ＩＳＡ／ＪＰ）
郵便番号１００－８９１５
東京都千代田区霞が関三丁目４番３号

特許庁審査官（権限のある職員）　３Ｐ　２９２６
竹下　和志
電話番号　０３－３５８１－１１０１　内線　３３６３

Ｃ（続き）．　関連すると認められる文献

引用文献のカテゴリー＊	引用文献名　及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する請求項の番号
Y	JP 2001-105163 A (日立建機株式会社) 2001.04.17, 段落[0019]－[0036] , 図1－10 (ファミリーなし)	6
Y	JP 2016-518267 A (マーク, グレゴリー, トーマス) 2016.06.23, 段落[0020]－[0194], 図1－50I & US 2014/0291886 A1, [0125]-[0299], Fig.1-50I & WO 2014/153535 A2 & CN 105339154 A	7-9
A	JP 2-92479 A (マツダ株式会社) 1990.04.03, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-11
A	JP 58-122182 A (ゼネラル・エレクトリック・カンパニイ) 1983.07.20, 全文, 全図 & US 4441012 A1 & GB 2113133 A & DE 3244774 A1	1-11
A	JP 2016-190426 A (武藤工業株式会社) 2016.11.10, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-11